

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 6/42 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480006859.8

[43] 公开日 2006年4月19日

[11] 公开号 CN 1761900A

[22] 申请日 2004.3.11

[21] 申请号 200480006859.8

[30] 优先权

[32] 2003.3.14 [33] US [31] 10/389,304

[86] 国际申请 PCT/US2004/007645 2004.3.11

[87] 国际公布 WO2004/083926 英 2004.9.30

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.13

[71] 申请人 安捷伦科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 埃里克·万克伊勒

阿德里安努·J·P·范哈斯特恩

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限
责任公司
代理人 柳春雷

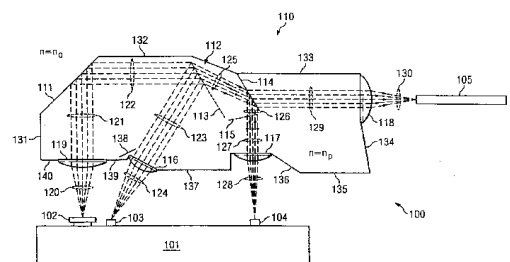
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

具有基于全内反射光学转向的集成双光路的小型全聚合物光学设备

[57] 摘要

注塑高温聚合物树脂制成的单片光学模块(110)将通常90度的光学转向与双光路或三光路组合到一起。由于光学转向由全内反射(TIR)产生,所以不需要额外的零部件用于实现光学转向,并且不需要额外的零部件用于双监控,双监控通过用作双分光器片(112)的气隙实现。单片光学模块还集成地包括这样的表面,其用于将模块与外部光学元件精确对准并可以额外包括例如透镜和薄膜涂层之类的集成光学元件。



1. 一种用于光学组件的单片光学模块，所述光学模块包括：
全内反射交界表面，其使入射光束转向通过预定的角度；
5 与气隙相邻的至少一个分光器表面，所述分光器表面部分反射入射光束以提供部分反射光束并部分折射所述入射光束以提供部分折射光束；和
至少一个集成表面，其提供所述单片光学模块和所述光学组件中位于
所述单片光学模块外部的元件的精确对准。
2. 如权利要求 1 所述的光学模块，其中所述至少一个分光器表面包括
10 多个所述分光器表面，以提供多个光路。
3. 如权利要求 1 所述的光学模块，其中所述全内反射交界表面具有曲率。
4. 如权利要求 1 所述的光学模块，其中所述光学组件还包括与所述单片光学模块相邻对准的基体，所述基体附装到至少一个有源光电子设备。
- 15 5. 如权利要求 4 所述的光学模块，其中所述至少一个分光器表面协同所述全内反射交界表面将输出光束的光路相对于所述至少一个有源光电子设备偏移预定的距离。
6. 如权利要求 4 所述的光学模块，其中所述光学组件还包括与所述至少一个有源光电子设备的表面正交的光纤端口。
- 20 7. 如权利要求 4 所述的光学模块，其中所述至少一个有源光电子设备是从包括垂直腔表面发射激光器和光学检测器的组中选择的。
8. 如权利要求 4 所述的光学模块，其中使用表面安装技术将所述至少一个有源光电子设备附装到所述基体。
9. 如权利要求 4 所述的光学模块，其中所述至少一个集成表面提供所
25 述光学模块和所述基体的对准。
10. 如权利要求 1 所述的光学模块，其中所述光学组件还包括与所述光学模块相邻对准的光通信光纤。
11. 如权利要求 10 所述的光学模块，其中所述至少一个集成表面包括集成的光纤端口连接器，以提供所述光学模块与所述光通信光纤的对准。

12. 如权利要求 1 所述的光学模块，其中所述在至少一个分光器表面处提供从所述入射光束分出的至少一个光路，以监控所述入射光束的特性。

13. 如权利要求 12 所述的光学模块，其中所述特性是从由功率和波长构成的组中选择的。

14. 如权利要求 1 所述的光学模块，由基本单一材料的抗高温光学聚合物构成。

15. 如权利要求 1 所述的光学模块，还集成地包括从由集成透镜和薄膜光学涂层构成的组中选择出的至少一个光学元件，所述薄膜光学涂层粘
10 结到至少一个所述分光器表面。

16. 一种操作用于光学组件的单片光学模块的方法，所述方法包括：
获得输入光束；

通过与所述单片光学模块集成的全内反射交界表面的全内反射使所述输入光束转向以提供反射光束；

15 用与所述单片光学模块集成的气隙相邻的分光器表面将所述反射光束分离以提供部分反射光束和部分折射光束；以及

使用与所述单片光学模块集成的透镜将从由所述部分反射光束和所述部分折射光束构成的组中选择出的输出光束聚焦到光纤上。

17. 如权利要求 16 所述的方法，还包括将从由所述部分反射光束和所述部分折射光束构成的组中未选择的光束导向到光学检测器的表面上。

18. 如权利要求 17 所述的方法，还包括：

用与所述气隙相邻的多个所述分光器表面将所述反射光束多次分离以提供多个所述部分反射光束和所述部分折射光束；

25 使用与所述单片光学模块集成的透镜将所述多个光束中的一个聚焦到光纤上；以及

将所述多个光束中的光束导向到光学检测器的表面上。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其中导向到所述光学检测器的所述表面上的所述光束被用于监控所述入射光束的特性。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其中所述特性是从由功率和波长构成

的组中选择的。

21. 如权利要求 18 所述的方法，其中所述导向步骤还包括使用与所述单片光学模块集成的聚焦透镜将所述导向光束聚焦到所述光学检测器的表面上。

5 22. 如权利要求 16 所述的方法，其中所述获得步骤还包括：

将光源附装到基体；

将所述基体与所述单片光学模块对准；以及

从所述光源发射输入光束到所述单片光学模块中。

10 23. 如权利要求 22 所述的方法，其中所述分光器表面协同所述全内反射交界表面将输出光束的光路相对于所述光源的表面偏移预定的距离。

24. 如权利要求 16 所述的方法，其中所述获得步骤还包括使用与所述单片光学模块集成的准直透镜将所述输入光束准直。

25. 如权利要求 16 所述的方法，包括操作所述光学组件作为收发器。

15 26. 如权利要求 25 所述的方法，还包括操作所述收发器，在由监控光束的光路中的光学滤波器分开的两个不同波长上双向地通过单根光纤。

27. 如权利要求 25 所述的方法，还包括操作含开放式光纤控制的所述收发器。

具有基于全内反射光学转向的集成双光路的小型全聚合物光学设备

5 技术领域

本发明涉及光学设备，更具体而言，涉及小型（small form factor）全聚合物光学设备，其具有基于全内反射光学转向的集成双光路。

背景技术

10 在用于监控的垂直腔表面发射激光器（VCSEL）的光路中，倾斜的部分反射镜带来了具有各种零部件的复杂组件。即使大量购买，具有内置光学转向镜的硅光学台也很昂贵。在一种现有技术微光子发送器设备中使用的监控光路包括分别安装的单件的光学部件（参见 1999 年 8 月 10 日授权的 Fisher 等人的美国专利 No. 5,937,114）

15

发明内容

本发明针对一种系统和方法，其使用例如聚醚酰亚胺、聚酰亚胺或聚砜抗高温光学聚合物之类的注塑高温树脂制成的单片光学模块，将通常 90 度的光学转向与双光路或三光路组合到一起。由于光学转向由全内反射（TIR）产生，所以不需要额外的零部件用于实现光学转向，并且不需要额外的零部件用于双监控，双监控通过用作双分光器片的气隙实现。单片光学模块还包括集成表面，其用于将模块与外部光学元件精确对准并可以额外包括例如透镜和薄膜涂层之类的集成光学元件。

20

本发明所解决的技术问题包括：使 90 度光学转向能够允许例如垂直腔表面发射激光器（VCSEL）和光学检测器的有源光电子设备表面安装到相对于发送光纤端口正交且位于所期望的偏移距离处的基体上；将不同的材料和/或安装技术以及单独光学元件的使用减到最少，以在实现这样的光学转向时降低成本；以及使用与分光器集成的气隙提供集成的单或双激光器监控光路，从而进一步减少使用不同部件、材料、单独光学元件和/或安

装技术，并因此降低成本。双光路激光器监控还使用两个检测器（其中一个的光路中具有窄带光学滤波器或标准具）而允许波长锁定。本发明的实施例允许开放式光纤控制和/或跨越单根光纤的双向通信。

前面相当宽地概述了本发明的特征和技术优点以便更好地理解下面的
5 本发明的更详细描述。形成本发明权利要求主题的本发明另外的特征和优点将会在以下描述。本领域的技术人员应该认识到很容易利用所公开的构思和具体实施例作为基础来修改或设计其他结构，用于实现与本发明相同的目的。本领域的技术人员也应认识到的是这些等同结构并未偏离所附权利要求中所述的本发明的精神和范围。结合附图从以下描述将更好地理解
10 被认为是本发明特点的新特征及其构成和操作的方法、以及其他目的和优点。然而，应明确理解到，提供各个附图仅用于图示和说明的目的而无意界定为对本发明的限制。

附图说明

15 为了更完整地理解本发明，现在结合附图参考以下说明，附图中：

图 1 是根据本发明的实施例，图示小型全聚合物集成光学模块的结构和功能的示意图；

图 2 是根据本发明的实施例，示出光学组件 100 的操作的流程图
20 200；

图 3A-3B 示出了用于产生相对于输入光束轴平行且偏移的输出光束的两种可选构造；

图 4 示出了构造用于双向发送/接收的光学模块 410；

图 5 示出了光学模块 510，其提供了在两个楔状特征处具有部分内反射的 TIR 发送光路；和

25 图 6 示出了光学模块 610，其提供了 TIR 发送光路，其中 TIR 界面具有在仅仅反射准直光束之外还同时聚焦反射光束的曲率。

具体实施方式

图 1 是根据本发明的实施例，图示小型全聚合物单片光学模块的结构

和功能的示意图。除了其它光学元件，光学模块 110 可以集成地包括下述元件的任何组合：全内反射界面 111，其能够重定向光束以进行例如 90 度转向；楔形空气/聚合物/空气多界面分光器 112，其能够产生多光路并重定向此光路；聚焦透镜 116、117，其能够例如将光束聚焦到检测器上；面向
5 光纤透镜 118，其能够将光束聚焦到光纤中；和准直透镜 119，其能够将例如激光器输出光束的散射光束转变为准直光束。除了满足光学尺寸和表面精加工公差的上述光学元件外，集成光学模块 110 还包括非光学结构壁，例如结构表面 131-140，其对这些光学元件提供了机械完整性并可以包括与其他系统部件对准的接口，且其可以具有不透明或漫射的光学特
10 性。

通过高精度聚合物制造技术，使用例如类似于通常为隐形眼镜、眼内透镜或其他眼科元件所采用的聚合物注塑工艺，集成光学模块 110 由例如聚醚酰亚胺、聚酰亚胺或聚砜抗高温光学聚合物之类的高温树脂形成。集成光学模块 110 的所有光学元件用与集成光学模块 110 相同的材料同时单
15 片形成，从而大大减少了制造成本和复杂性，并提高了光学对准的机械完整性、对准精度和紧凑性。

为方便理解，在图 1 中集成光学模块 110 被示为光学组件 100 的一部分，光学组件 100 还包括：光学基座或基体 101，其用于附装例如垂直腔表面发射激光器（VCSEL）102 以及光学检测器 103 和 104 的有源光学部
20 件；和光学发送/接收光纤 105。

图 2 是根据本发明的实施例，示出光学组件 100 的操作的流程图 200。在步骤 201，通常使用表面安装技术将 VCSEL 102 和光学检测器 103、104 附装到例如是 PCB（印刷电路板）的基体 101，基体 101 在步骤 202 被紧固以使用例如结构表面 131-140 上的对准接口与集成光学模块 110
25 精确对准。在表面安装技术中，例如电容、电阻和 IC（集成电路）之类的部件通常由取放操作器以垂直放置动作放置在例如 PCB 基体之类的表面上，并用环氧树脂、焊料或其他粘接剂附装到所述表面。在步骤 203，使用例如与光学模块 110 一体的自对准光纤端口连接器来将光纤 105 与集成光学模块 110 对准。

在步骤 204, VCSEL 102 发射散射光束 120, 该光束在步骤 205 被准直透镜 119 校准以形成在集成光学模块 110 的介质内传播的准直光束 121。在步骤 206, 准直光束 121 从界面 111 转向通过由全内反射产生的角度以形成全反射光束 122。此角度可以测定为 90 度, 但根据例如激光源 5 102 的光束散射和/或特定实施例的其他属性, 其也可以更大或更小。在光学领域众所周知的是在光以大于或等于“临界角”的角度入射到具有折射率 $n=n_p$ 的入射介质和具有折射率 $n=n_0$ 的外部介质 (其中 $n_p>n_0$) 之间的界面上时, 光被全内发射。由于对于大多数光学聚合物, n_p 在 1.43 到 1.73 的范围中, 所以方便的是外部介质为具有接近均一的折射率 n_0 的空气或惰性 10 气体。

然后反射光束 122 传播通过集成光学模块 110 的聚合物介质并到达多界面分光器 112 的内部/外部界面 113, 在此处在步骤 207 该光束被分为进入内部介质的部分反射光束 123 和进入外部介质的部分折射光束 125。在步骤 208 部分反射光束 123 被聚焦透镜 116 聚焦以形成会聚光束 124, 该 15 会聚光束 124 例如被光学检测器 103 捕获。部分折射光束 125 传播通过外部介质并在步骤 209 到达多界面分光器 112 的外部/内部界面 114, 在此处该光束被进一步分为外部反射光束 126 和内部折射光束 129。界面 113 和 114 的定向结合表面 111 的定向确保了在步骤 210 光束 129 被面向光纤透镜 118 聚焦以形成面向光纤光束 130 之后, 光束 129 的主要光线在步骤 20 211 垂直地射到预先对准的光纤 105 上。外部反射光束 126 传播通过外部介质并在步骤 212 到达多界面分光器 112 的外部/内部界面 115, 在此处该光束部分折射为内部折射光束 127, 内部折射光束 127 接着在步骤 213 被聚焦透镜 117 聚焦为会聚光束 128, 会聚光束 128 例如在步骤 214 被光学检测器 104 捕获。

25 双/多检测器 103、104 的目的包括监控由激光源 102 发射的光信号的强度; 提供跨越单根光纤 105 的双向通信; 以及对激光源 102 的波长锁定。为了后一个目的, 利用两个检测器 103、104, 一个在其光路 (例如内部折射光路 127) 中具有窄带 (半宽通带通常 $<0.5\text{nm}$) 干扰滤波器或标准具。由两个检测器产生的信号提供了激光源 102 的波长的测量值, 并通过

改变发送器运行条件（例如驱动电流）和/或外部环境条件（例如激光器温度）而将发送器稳定到所期望的波长。

本发明的实施例不限于图 1 中示出的光路，而是包括实施了本发明原理的可选构造，包括通过使用从倾斜、平行或楔形的空气/聚合物界面的反射来分出和监控所发送信号光束的 TIR 光学转向和装置。图 3A-3B 示出了用于产生相对于输入光束轴平行且偏移的输出光束的两种可选构造，即在表面 311 处的 90 度转向或者由表面 343 和 344 处的折射补偿的在表面 341 处的非 90 度转向。在图 3A 中示出的模块 310 中，VCSEL 源 102 发射散射光束 120，其被集成至模块 310 的准直透镜 119 准直以形成准直光束 121。接着光束 121 在界面 311 处以 90 度角 312 被 TIR 反射，形成水平光束 322。气隙分光器 315 包括平行的部分反射交界表面 313、314，其相对于水平光束 322 倾斜布置，然后水平光束 322 在第一交界表面 313 处向上折射以形成折射光束 325 并在第二交界表面 314 处再次折射以形成平行于水平光束 322 的偏移光束 329。模块 310 已被构造并定向为确保偏移光束 329 在合适的高度处被集成的面向光纤透镜 118 精确地聚焦到光纤 105 上。

类似地，在图 3B 的模块 340 中，VCSEL 源 102 发射散射光束 120，其被集成至模块 340 的准直透镜 119 准直以形成准直光束 121。接着光束 121 在界面 341 处以非 90 度角 342 被 TIR 反射，形成倾斜光束 352。楔形气隙分光器 345 包括非平行的部分反射交界表面 343、344，其被布置为使得倾斜光束 352 在第一交界表面 343 处向上折射以形成折射光束 355 并在第二交界表面 344 处再次折射以形成对准并平行于光纤 105 的轴的偏移光束 359。模块 340 已被构造并定向为使得偏移光束 359 被集成的面向光纤透镜 118 精确地聚焦到光纤 105 上。由于光学性能及可制造性的原因，一般而言图 3A 中的模块 310 相对于图 3B 中的模块 340 更有优势。

图 4、5 和 6 图示了用于产生多光路的各种构造。

图 4 示出了构造用于双向发送/接收的光学模块 410。VCSEL 102 发射散射光束 120，其被集成透镜 419 准直以形成准直光束 421。光束 421 被 TIR 界面 411 以非 90 度角反射以形成向下倾斜光束 422。在气隙分光器

412 的楔形界面 413 处，光束 422 被部分反射以形成光束 423 并被部分折射以形成光束 426，光束 426 传播通过界面 415 以形成输出光束 429，光束 429 被面向光纤透镜 118 聚焦到位于集成端口连接器 405 中的光纤 105 上。部分反射光束 423 在 TIR 界面 414 处反射以形成监控光束 424，监控光束 424 通过界面 416 传播到监控检测器 404 上。从光纤 105 接收到的光束被集成的面向光纤透镜 118 准直并折返光束 429 和 426 的路径。在界面 413 处，接收到的光束被部分反射以形成光束 430（其接着被收发器检测器 403 检测），并被部分折射以通过界面 411 处的 TIR 转向而折返光束 422 和 421 的路径，并接着通过准直透镜 419 到达位于 VCSEL 源 102 之后的监控二极管 402 上。

或者，在界面 413 上是薄膜光学涂层，其具有两个功能：（1）将接收到的信号光束衰减到所期望的能级；（2）产生第二监控光束，其可以被安装在其下的光电二极管检测。利用单根光通信光纤来将信息传输给收发器模块 410 并从收发器模块 410 传输信息。当发送光路承载信号进入光纤，通过双路径进行监控，且沿着三光路引导接收到的信号时，也可以使用本发明的实施例。如果接收到的信号处于与发送波长明显不同的波长，则光学模块 410 是在双向通信模式下工作的双收发器的一部分，例如在 1550nm 上发送并在 1310nm 上接收。发送和接收的两个信号的信息可以不干扰地通过同一光纤，因为其发生在不同的波长上。通过在界面 413 上使用例如反射 1310nm 但发送 1550nm 的薄膜涂层，将进入的信号引导到所期望的检测器。

开放式光纤控制是一种允许通信系统检测光通信信道是否被建立，即是否存在从发送器到接收器的闭合链路的技术。通过使用开放式光纤控制，可以提高发射到光纤中的光功率，由此在仍然满足眼睛安全要求的同时允许更长的通信距离和/或提高的信号质量。实现开放式光纤控制的一种方法是使用收发器对，使得第一收发器的发送器连接到第二收发器的接收器，而同时第二收发器的发送器连接到第一收发器的接收器。第一和第二收发器的构造可以相似但不必限于图 4 中示出的光学模块 410 的构造。

图 5 示出了光学模块 510，其提供了在两个楔状特征处具有部分内反

射的 TIR 发送光路，光学模块 510 (1) 将发送光束衰减到所期望的能级；

(2) 产生监控光路；(3) 将发送光束偏移到在输入光束轴之上或之下的所期望的光纤端口高度。VCSEL 102 发射散射光束 120，其被集成透镜 519 准直形成准直光束 521。光束 521 被 TIR 界面 511 反射成 90 度转向以形成水平反射光束 522。在第一楔形界面 512 处，光束 522 被部分折射以形成输出光束 524 (在本示例中其被抛弃) 并被部分反射以形成内部光束 523。在第二楔形界面 513 处，内部光束 523 被部分折射以形成入射到监控检测器 503 上的监控光束 525 并被部分反射以形成水平输出光束 529，水平输出光束 529 接着被集成的面向光纤透镜 118 聚焦到位于集成端口连接器 405 中的光学发送光纤 105 上。水平输出光束 529 平行于但偏移于水平反射光束 522 传播。

图 6 示出了光学模块 610，其提供了 TIR 发送光路，其中 TIR 界面具有在如图 1 至图 5 中图示的仅仅反射准直光束之外还同时聚焦反射光束的曲率。VCSEL 102 发射散射光束 120，其在界面 612 处被部分折射以形成散射光束 621 并被部分反射以形成入射到监控检测器 603 上的监控光束 620。散射光束 621 被弯曲的 TIR 界面 611 同时反射和聚焦，形成输出光束 622，输出光束 622 被聚焦到位于集成端口连接器 405 中的光学发送光纤 105 上。在界面 613 处，输出光束 622 的一部分被反射以形成采样光束 623，采样光束 623 在 TIR 界面 614 处反射以形成监控光束 624，监控光束 624 传播通过界面 615 以形成入射到监控检测器 604 上的监控光束 625。

单块、全聚合物、模制的实现方案允许将可以包括各种连接器的端口连接器 405 模制成与光学模块 410、510、610 集成的单件。在表面安装技术中，例如电容、电阻和 IC (集成电路) 之类的部件通常由取放操作器以垂直放置动作放置在例如 PCB 基体之类的表面上，并用环氧树脂、焊料或其他粘接剂附装到所述表面。提供同样包括在光学模块 410、510、610 中的结构表面和对准特征允许将透镜如上所述安装到印刷电路板的表面上。

虽然详细描述了本发明及其优点，但是应理解的是，可以在此进行各种改变、置换和变更而不偏离如所附权利要求界定的本发明的精神和范围。此外，本应用的范围无意局限于说明书中描述的工艺、机器、制造、

物质成分、装置、方法和步骤的特定实施例。由于本领域的普通技术人员将很容易从本发明的公开中获益，所以可以根据本发明利用现有的或者以后将开发的执行与此处所描述相应实施例基本相同功能或获得基本相同结果的工艺、机器、制造、物质成分、装置、方法或步骤。因此，所附权利

5 要求意于在其范围内包括这些工艺、机器、制造、物质成分、装置、方法或步骤。

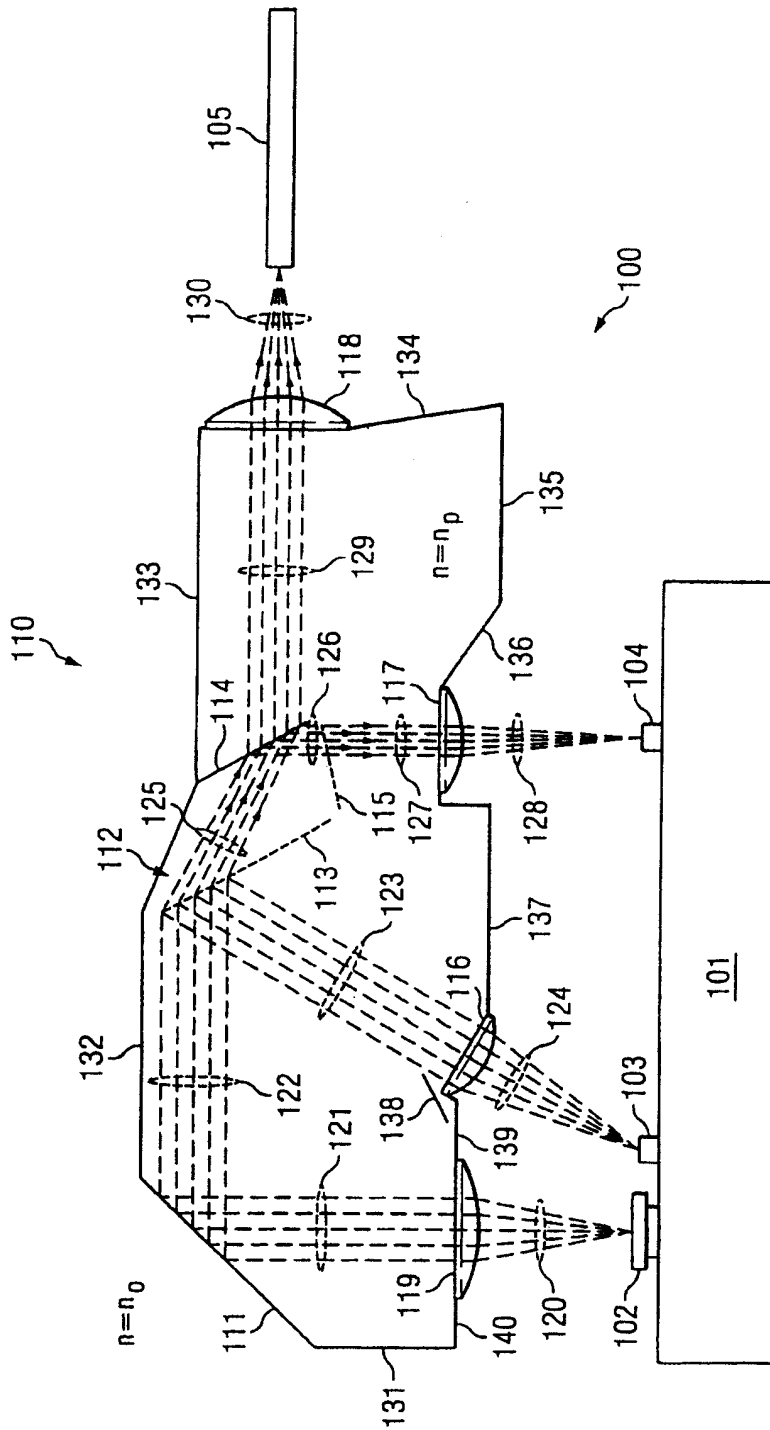


图1

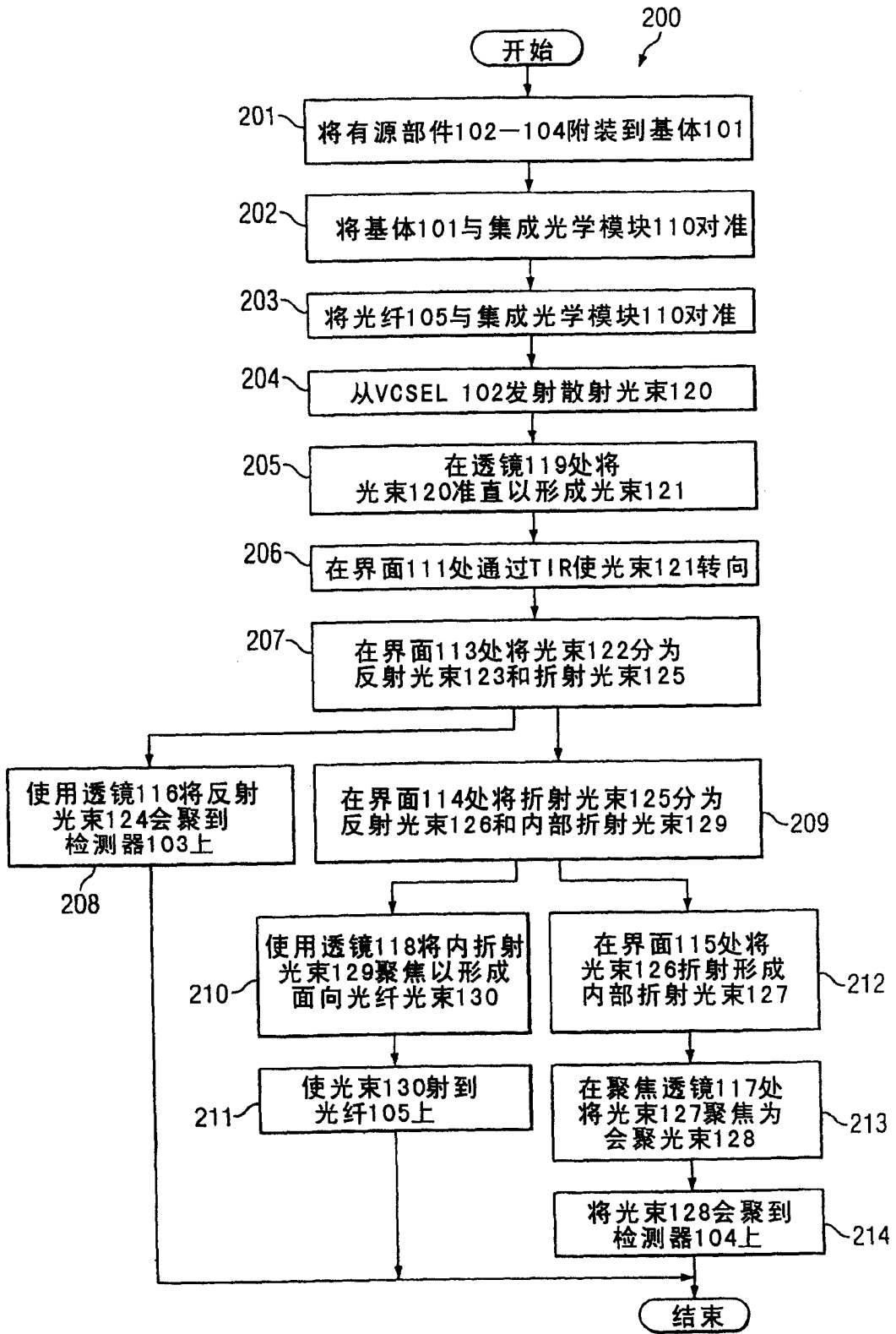


图2

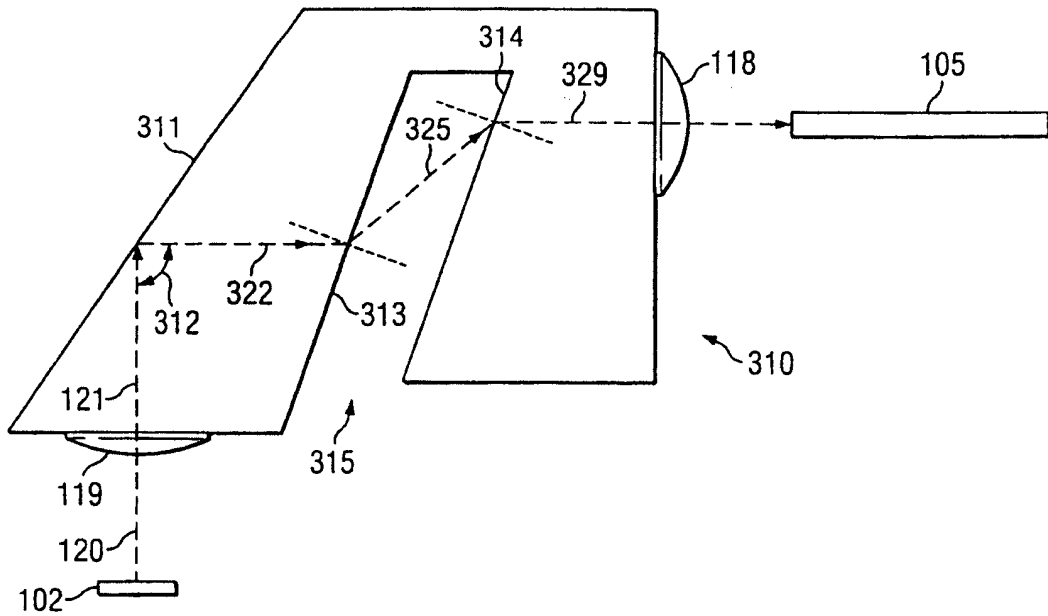


图3A

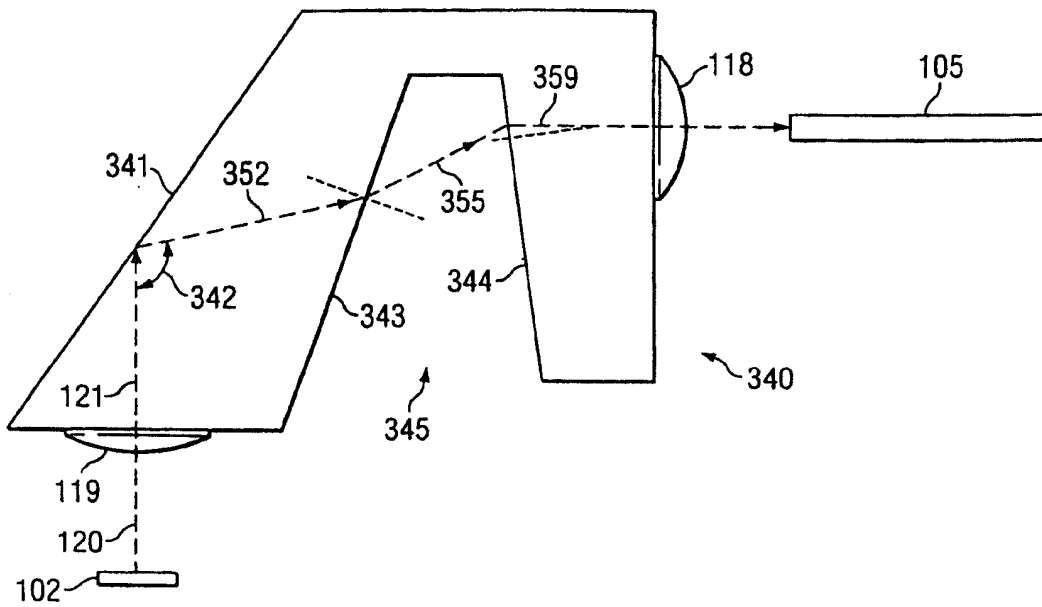


图3B

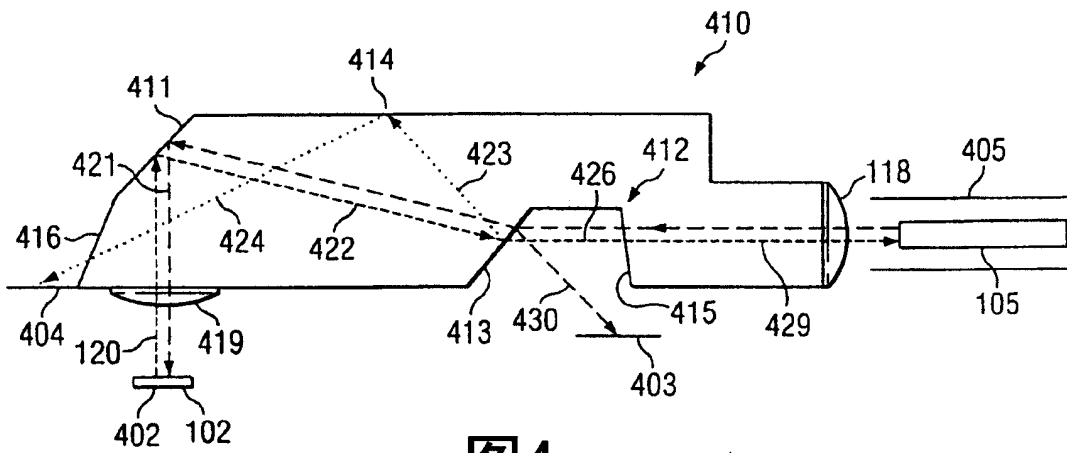


图4

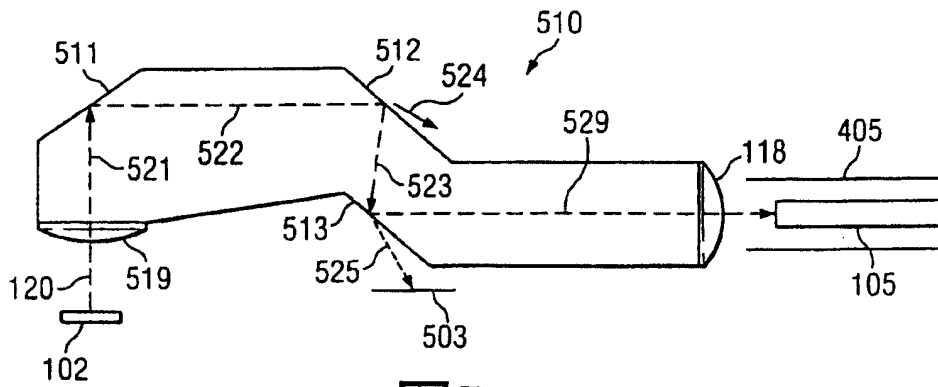


图5

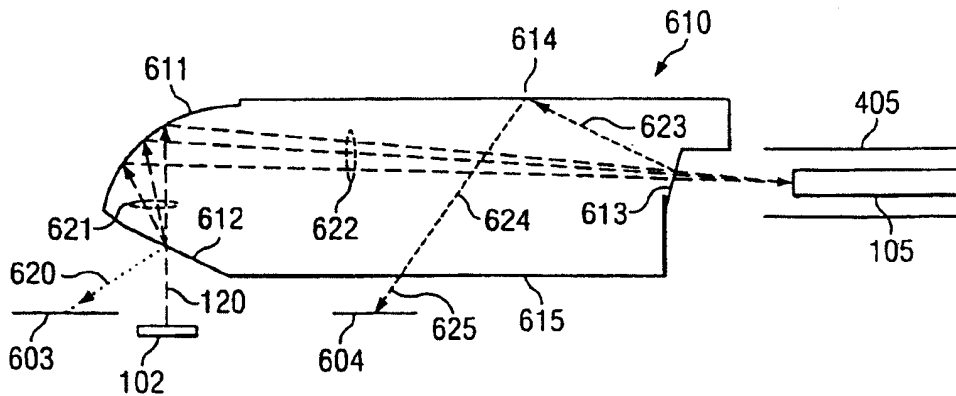


图6