

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 3 月 3 日 (03.03.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/041561 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01S 5/40 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/134776
- (22) 国际申请日: 2020 年 12 月 9 日 (09.12.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010888281.4 2020年8月28日 (28.08.2020) CN
- (71) 申请人: 南京镭芯光电有限公司 (NANJING CASELA TECHNOLOGIES CORP. LTD.) [CN/CN];
中国江苏省南京市江北新区研创园团结路99号
孵鹰大厦1519室, Jiangsu 210000 (CN)。
- (72) 发明人: 何晓光(HE, Xiaoguang); 中国江苏省南京市江北新区研创园团结路99号孵鹰大厦1519室, Jiangsu 210000 (CN)。 郝亮(HAO, Liang); 中

国江苏省南京市江北新区研创园团结路99号孵鹰大厦1519室, Jiangsu 210000 (CN)。 刘瑞(LIU, Rui); 中国江苏省南京市江北新区研创园团结路99号孵鹰大厦1519室, Jiangsu 210000 (CN)。

(74) 代理人: 北京三环同创知识产权代理有限公司 (SCIHEAD KINSCOM INTELLECTUAL PROPERTY); 中国北京市东城区北三环东路36号
环球贸易中心B座801, Beijing 100013 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(54) 发明名称: 半导体激光器装置

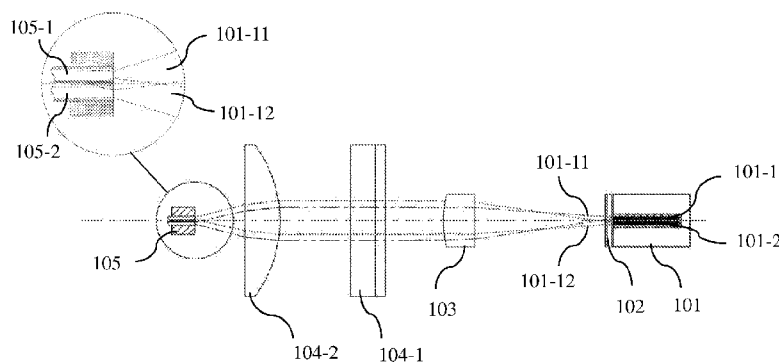


图 1A

(57) Abstract: A semiconductor laser device, comprising: at least two laser light-emitting units (101-1, 101-2); light beam shaping components (102, 103), the at least two laser light-emitting units (101-1, 101-2) multiplexing one group of light beam shaping components (102, 103), so that laser beams (101-11, 101-12) respectively emitted by the at least two laser light-emitting units (101-1, 101-2) are shaped by means of one group of light beam shaping components (102, 103); a fiber optic coupler (104-1, 104-2); and at least two optical fibers (105-1, 105-2), the laser beams (101-11, 101-12) respectively emitted by the at least two laser light-emitting units (101-1, 101-2) being processed by one group of light beam shaping components (102, 103) and then being respectively coupled into the at least two optical fibers (105-1, 105-2) by means of the fiber optic coupler (104-1, 104-2); wherein the number of the optical fibers (105-1, 105-2) is equal to that of the laser light-emitting units (101-1, 101-2). Multiple laser light-emitting units (101-1, 101-2) multiplex one group of light beam shaping components (102, 103), so that the overall weight and volume of the semiconductor laser device are obviously reduced, device costs and man-hour costs for producing the semiconductor laser device are obviously reduced, and the packaging reliability is improved.

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种半导体激光器装置, 包括: 至少两个激光器发光单元(101-1、101-2); 光束整形组件(102、103), 至少两个激光器发光单元(101-1、101-2)复用一组光束整形组件(102、103), 以便通过一组光束整形组件(102、103)对至少两个激光器发光单元(101-1、101-2)分别发出的激光光束(101-11、101-12)进行整形; 光纤耦合器(104-1、104-2); 以及至少两根光纤(105-1、105-2), 至少两个激光器发光单元(101-1、101-2)分别发出的激光光束(101-11、101-12)经过一组光束整形组件(102、103)处理后通过光纤耦合器(104-1、104-2)分别耦合进至少两根光纤(105-1、105-2); 其中, 光纤(105-1、105-2)的数量等于激光器发光单元(101-1、101-2)的数量。多个激光器发光单元(101-1、101-2)复用一组光束整形组件(102、103), 使得半导体激光器装置的整体重量和体积明显减小, 生产半导体激光器装置的器件成本和工时成本明显降低, 封装的可靠性得以提高。

半导体激光器装置

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2020 年 8 月 28 日提交的申请号为 202010888281.4、发明名称为“半导体激光器装置”的中国发明专利申请的优先权，上述中国专利申请的全部内容通过引用并入本文。

技术领域

本发明涉及激光器技术领域，具体而言，其涉及一种半导体激光器装置。

背景技术

高功率的半导体激光器装置作为激光加工技术领域的核心部件，其封装与制备十分重要。封装质量会直接影响激光器的光谱参数、光电参数、可靠性以及工作寿命。并且，随着封装制造技术的发展，对封装的体积的小型化或封装的轻量化、生成效率及良品率都有严苛的要求。

在现有技术中，空间合束的半导体激光器装置主要是使单个半导体激光器发光单元出射光依次经过快轴准直透镜(FAC)、慢轴准直透镜(SAC)、反射镜、光纤耦合器(FOC)的整形和耦合，然后进入光纤以实现整个耦合过程。为了达到更高功率输出的要求，在快轴方向以台阶方式实现多个半导体激光器发光单元的堆叠，每个半导体激光器发光单元分别对应自己的 FAC、SAC 和反射镜，最后经过 FOC 合束进入同一根光纤。

在这种封装形式中，每个半导体激光器发光单元通过自己对应的光学器件链路耦合进入光纤，导致在整个结构内设置了大量的重复的光学元件，半导体激光器发光单元彼此之间无法共享光学元件，造成器件成本和工时成本很难压缩。并且，由于器件多，封装的可靠性、体积、重量都难以控制在理想的状态，不符合下游应用对半导体激光器的封装的需求。

发明内容

鉴于现有技术中的半导体激光器装置所存在的上述问题，本发明目的在于提供一种能够复用光路的高功率的空间合束的半导体激光器装置。

本发明实施方式提供了一种半导体激光器装置，其包括：至少两个激光器发光单元；光束整形组件，所述至少两个激光器发光单元复用一组所述光束整形组件，以便通过一组所述光束整形组件对所述至少两个激光器发光单元分别发出的激光光束进行整形；光纤耦合器；以及至少两根光纤，所述至少两个激光器发光单元分别发出的激光光束经过一组所述光束整形组件处理后通过所述光纤耦合器分别耦合进所述至少两根光纤；其中，所述光纤的数量等于所述激光器发光单元的数量。

在一些实施方式中，所述至少两个激光器发光单元分别发出的激光光束具有相同的传播方向和相同的发散角度。例如，所述激光器发光单元通过分切半导体激光器 Bar 条制得。

在一些实施方式中，所述光束整形组件包括快轴准直透镜和慢轴准直透镜。

在一些实施方式中，所述至少两个激光器发光单元与其复用的一组所述光束整形组件作为一个模块，所述模块还包括反射镜，用于改变经过一组所述光束整形组件处理后的激光光束的方向，其中，所述半导体激光器装置包括多个所述模块。

在一些实施方式中，多个所述模块配置成使从各个所述模块的激光器发光单元到所述光纤的光程相等。

在一些实施方式中，多个所述模块在水平方向上的间距相同，所述间距大于第一值，所述第一值表示离开所述反射镜的光束的椭圆形截面形状的长轴长度。

在一些实施方式中，多个所述模块在快轴方向上呈阶梯布置，相邻的所述模块之间在快轴方向上的台阶高度相同，所述台阶高度大于第二值，所述第二值表示离开所述反射镜的光束的椭圆形截面形状的短轴长度。

在一些实施方式中，多个所述模块构成为：多个所述模块中的第一部分的激光器发光单元发出的激光光束的传播方向与多个所述模块中的第二部分的激光器发光单元发出的激光光束的传播方向相交，并且多个所述模块中的第二部分复用多个所述模块中的第一部分中的一个模块的反射镜。

在一些实施方式中，所述至少两个激光器发光单元与其复用的一组所述光束整形组件作为一个模块，其中，所述半导体激光器装置包括多个所述模块，所

述多个模块在快轴方向上平行布置；其中，所述光束整形组件包括快轴准直透镜；其中，在多个所述模块与所述光纤耦合器之间设置有慢轴准直透镜，多个所述模块复用该慢轴准直透镜。

在一些实施方式中，在所述光纤耦合器和所述光纤之间设有用以修正激光光束进入光纤后的角度的修正器。例如，所述修正器为劈型棱镜或凹透镜，或者，所述光纤的端面构成为倾斜端面作为所述修正器使用。

在可选的实施方式中，所述光纤耦合器包括慢轴聚焦柱面镜和快轴聚焦柱面镜。在一些实施方式中，所述慢轴准直透镜和所述慢轴聚焦柱面镜构成双远心光路以修正激光光束进入光纤后的角度。

在一些实施方式中，所述至少两根光纤采用密排结构或陶瓷插芯的形式固定。

在一些实施方式中，半导体激光器装置还包括位于所述光纤耦合器与所述光束整形组件之间的光谱合束器和/或偏振合束器。例如，所述光谱合束器或偏振合束器设置在所述反射镜与所述光纤耦合器之间。可选的，所述光谱合束器和偏振合束器依次设置在所述反射镜与所述光纤耦合器之间，具体而言，通过所述反射镜反射过来的激光光束首先经过光谱合束器将不同波长的激光光束叠加在一起，然后经过偏振合束器将p光和s光叠加在一起。

本发明实施方式相对于现有技术具有如下有益技术效果：

本发明实施方式的装置采用至少两个半导体激光器发光单元，可以耦合进入多根光纤，可以实现多条尾纤输出。

相比以往的封装形式，本发明实施方式的装置实现了大部分光学元件的复用，封装的器件成本和工时成本得到降低，装置的整体重量和体积得到减小，封装的可靠性提高，可以在相同的体积和器件数量的前提下，实现几倍的输出功率的提升。

本发明实施方式的装置通过设置修正器，可以解决入纤前合束的光束的光轴与所对应的光纤光束不平行的问题，可以提高光纤输出光束的能量集中度，减小光纤中传输的光束溢出光纤纤芯的概率。

附图说明

图 1A 是根据本发明一种具体实施方式的半导体激光器装置的结构示意

图。图 1B 是图 1A 所示的半导体激光器装置的双远心光路的示意图。

图 2A 是根据本发明另一种具体实施方式的半导体激光器装置的水平方向上的结构示意图。图 2B 是图 2A 所示的半导体激光器装置在垂直方向上的结构示意图。

图 3A 和图 3B 分别为图 2A 中 A 区域和 B 区域的放大图。

图 4A 为图 2A 所示的半导体激光器装置中单个模块发出的激光光束的光斑图案示意图。图 4B 为图 2A 所示的半导体激光器装置中的所有模块发出的激光光束的光斑图案示意图。

图 5A 为根据本发明又一种具体实施方式的半导体激光器装置的光纤处的放大图。图 5B 为根据本发明又一种具体实施方式的半导体激光器装置的光纤处的放大图。

图 6A 为根据本发明再一种具体实施方式的半导体激光器装置的结构示意图。图 6B 是图 6A 所示的半导体激光器装置的立体结构示意图。

图 7 为根据本发明再一种具体实施方式的半导体激光器装置的结构示意图。

图 8 为根据本发明再一种具体实施方式的半导体激光器装置的结构示意图。

具体实施方式

以下结合附图和具体实施方式对本发明的各个方面进行详细阐述。其中，附图中的结构并非完全按比例进行绘制，其目的在于对本发明的构思进行举例说明。

本领域技术人员应当理解，下述的各种实施例只用于举例说明，而非用于限制本发明的保护范围。还应当理解，本发明所述和附图所示的各实施例中的结构可以具有多种变型。

【实施例 1】

实施例 1 提供了一种半导体激光器装置。图 1A 为根据本发明一种实施方式的半导体激光器装置的结构示意图。

如图 1A 所示，本实施例中的半导体激光器装置包括：2 个激光器发光单元 101-1 和 101-2；光束整形组件，其包括 FAC 102 和 SAC 103，2 个激光器发光单元复用一组光束整形组件，以便通过一组光束整形组件对 2 个激光器发光单

元分别发出的激光光束进行整形；FOC（其包括快轴聚焦柱面镜 104-1 和慢轴聚焦柱面镜 104-2）；以及包括 2 根光纤的密排结构 105，其包括两根光纤 105-1 和 105-2，2 个激光器发光单元 101-1 和 101-2 分别发出的激光光束经过 FAC 102、SAC 103 处理后，通过 FOC 透镜组 104-1 和 104-2 分别耦合进 2 根光纤。

其中，2 个激光器发光单元通过分切半导体激光器 Bar 条制得，继承了 Bar 条的所有结构属性，例如条宽、占空比、每个激光器发光单元的宽度、和激光器发光单元之间的间距。2 个激光器发光单元 101-1 和 101-2 分别发出独立传播的激光光束 101-11 和 101-12，这两个光束除了激光器发光单元的空间位置不同，其他属性相同，具有相同的传播方向和相同的发散角度。

在可选的实施方式中，不局限于 2 个激光器发光单元，也可以是 3 个、4 个、5 个或更多激光器发光单元。根据尾纤即光纤的数量，可以设置相应数量的激光器发光单元。

在可选的实施方式中，FOC 也可以是单透镜，或其他起到聚焦作用的透镜。

在可选的实施方式中，光纤也可以采用例如陶瓷插芯的形式进行固定。

在一些实施方式中，半导体激光器装置可以包括反射镜，该反射镜可以设置在光束整形组件（FAC 和 SAC）之后、FOC 之前，或者也可以设置在 FAC 和 SAC 之间，2 个激光器发光单元可以复用同一个反射镜，通过反射镜将整形后的激光光束折向 FOC，然后通过 FOC 分别耦合进 2 根光纤。

在本发明的一些实施方式中，SAC 103 和慢轴聚焦柱面镜 104-2 可以构成双远心光路，以修正激光光束进入光纤后的角度。图 1B 示出了所述双远心光路，为了使附图清楚，图 1B 中省略了其他光学元件，如图 1B 所示，通过慢轴准直透镜（SAC）和慢轴 FOC（即慢轴聚焦柱面镜）构成双远心光路，以修正激光光束进入光纤后的角度。

【实施例 2】

实施例 2 提供了一种半导体激光器装置，其与实施例 1 相比，区别在于半导体激光器装置包括多个模块，每个模块至少包括至少两个半导体激光器发光单元及其复用的一组光束整形组件，以提升输出功率。

下面结合图 2A 至图 3B 对此进行具体说明。其中，图 2A 和图 2B 分别为根据本发明另一种实施方式的半导体激光器装置的结构示意图，图 3A 和图 3B 分

别为图 2A 中 A 区域和 B 区域的放大图。

如图 2A 至图 3B 所示，本实施例中的半导体激光器装置可以包括多个模块 211、212、...21n，FOC（其包括快轴聚焦柱面镜 205-1 和慢轴聚焦柱面镜 205-2），以及包括 2 根光纤 206-1 和 206-2 的密排结构 206。

其中，多个模块 211、212、...21n 在垂直方向（快轴方向）上呈阶梯布置，并且每个模块可以包括半导体激光器芯片阵列 COS 201、1 组光束整形组件（包括 FAC 202 和 SAC 203）和 1 个反射镜 204，其中，COS 201 包括芯片 201-3 及其上的 2 个激光器发光单元 201-1 和 201-2，这 2 个激光器发光单元 201-1 和 201-2 复用一组 FAC 202 和 SAC 203，从而，在慢轴方向上 2 个激光器发光单元 201-1 和 201-2 分别发出的激光光束分别通过 FAC 202 和 SAC 203，由 FAC 202 和 SAC 203 对其进行整形，然后复用同一个反射镜 204，通过反射镜 204 将整形后的激光光束折向 FOC 205-1 和 205-2，然后通过 FOC 205-1 和 205-2 分别耦合进 2 根光纤 206-1 和 206-2。由于多个模块在垂直方向（快轴方向）上呈阶梯布置，通过各模块的反射镜将各模块的激光光束折向同一组 FOC 205-1 和 205-2 以耦合进 2 根光纤 206-1 和 206-2，从而使得 2 根光纤 206-1 和 206-2 中分别耦合进来来自 n 个模块的激光光束，其输出功率成倍增加。

由于半导体激光器光束的特殊性质，光束的发散角在平行于 PN 结方向和垂直 PN 结方向并不相同，并且快轴发散角度远远大于慢轴发散角度。所以，半导体激光器的光束整形必须分两步进行，分别对快慢轴依次进行。在本发明实施例中，对于一个所述模块而言，来自两个激光器发光单元 201-1 和 201-2 的激光光束 201-11 和 201-12 共同经过 FAC 202 进行快轴方向准直，然后共同经过 SAC 203 进行慢轴方向准直，而后再经过反射镜 204 改变激光光束的行进方向。这时，离开反射镜的光束截面形状呈椭圆形，慢轴方向的光束对应椭圆形的长轴，长轴长度为 a，快轴方向光束对应椭圆形的短轴，短轴长度为 h。对于所述多个模块而言，多个模块彼此之间在水平方向（慢轴方向）上的间距相同且 $>a$ ，多个模块在垂直方向（快轴方向）上呈阶梯布置，相邻的模块之间在快轴方向上的台阶高度相同且台阶高度 $>h$ 。这样，所有的模块发出的光束即在离开反射镜 204 之后在到达 FOC 205-1 和 205-2 之前的光束的光斑图案呈在快轴方向紧密堆叠的阵列，如图 4B 所示。在这之后，图 4B 中所有光束经过 FOC 205-1 和 205-2（耦合透镜组）分别聚焦成 201-11 和 201-12 的汇聚光束，而后分别耦合进光纤 206-1

和 206-2。

至此，完成从激光器发光单元 201-1 和 201-2 发射光束，到光束经过一系列光学元件整形/聚焦/堆叠最终进入光纤 206-1 和 206-2 的整个耦合过程。

在本发明的其他实施方式中，不局限于 1 个 COS 包含 2 个激光器发光单元，也可以 1 个 COS 包括 3 个、4 个、5 个或更多激光器发光单元，此时对应输出的光纤的数量与激光器发光单元的数量相同。

在一些实施方式中，每个模块中的 2 个激光器发光单元由半导体激光器 Bar 条分切而来，继承了 Bar 条的所有结构属性，例如条宽、占空比、每个激光器发光单元的宽度、和激光器发光单元之间的间距。2 个激光器发光单元 201-1 和 201-2 分别发出独立传播的激光光束 201-11 和 201-12，这两个光束除了激光器发光单元的空间位置不同，其他属性相同，具有相同的传播方向和相同的发散角度，并且在空间传播过程中会相互部分交叠在一起（如图 4A 所示）。

在本发明的其他实施方式中，FOC 也可以是单透镜，或其他起到聚焦作用的透镜。

在一些实施方式中，多个模块可以配置成使从各个模块的激光器发光单元到光纤的光程相等。

在一些实施方式中，多个模块在快轴方向上不呈阶梯布置，可以通过使反射镜具有特定倾斜角度来制造出光束在快轴方向的阶梯，或者采用其他方法，使得各模块的激光光束能够折向同一组 FOC 205-1 和 205-2 以耦合进 2 根光纤，从而使得 2 根光纤中分别耦合进来自 n 个模块的激光光束。

【实施例 3】

实施例 3 提供了一种半导体激光器装置。与实施例 2 相比，区别在于在 FOC 和光纤之间还设有用以修正激光光束进入光纤后的角度的修正器。如图 5A 所示，修正器为劈型棱镜 307，激光光束经过该劈型棱镜 307 的转向可以其光轴可以平行于光纤的光轴入射，从而解决入纤前激光光束 201-11 和 201-12 汇合的光束的光轴与所对应的光纤光束不平行的问题。这样可以提高光纤输出光束的能量集中度，并且减小光纤中传输的光束溢出光纤纤芯的概率。

在一些实施方式中，如图 5B 所示，修正器为凹透镜 308。

在可选的实施方式中，也可以将光纤的端面构成为倾斜端面以作为修正器

使用。

可选地或进一步地，在本发明的其他实施方式中，慢轴准直透镜(SAC) 203 和慢轴聚焦柱面镜 205-2 构成所述双远心光路以修正激光光束进入光纤后的角度。

【实施例 4】

实施例 4 提供了一种半导体激光器装置。与实施例 2 相比，区别在于通过复用其中一个模块的反射镜，可以在快轴方向上进一步堆叠数个模块以进一步减小体积，增加输出功率。图 6A 和图 6B 为根据本发明另一种实施方式的半导体激光器装置的平面结构示意图和立体结构示意图。

如图 6A 和图 6B 所示，本实施例中的半导体激光器装置包括：10 个模块、FOC（其包括快轴聚焦柱面镜 411-1 和慢轴聚焦柱面镜 411-2）、以及包括 5 根光纤的密排结构 412。其中，每个模块包括 1 个 COS 401-410、1 组光束整形组件（包括 FAC 和 SAC）和 1 个反射镜，每个 COS 包括 5 个激光器发光单元，这 5 个激光器发光单元复用 FAC 和 SAC，以便通过 FAC 和 SAC 对 5 个激光器发光单元分别发出的激光光束进行整形，并通过反射镜改变整形后的激光光束的方向，5 个激光器发光单元分别发出的激光光束经过 FAC、SAC 处理并经过反射镜改向后，通过 FOC 分别耦合进 5 根光纤。

其中，第一部分的 6 个模块的 COS 401-406 发出的激光光束的传播方向与第二部分的 4 个模块的 COS 407-410 发出的激光光束的传播方向相交，并且第二部分的 4 个模块复用了 COS 406 对应的反射镜。这样，在包括 COS 406 的模块中，在 COS 406 对应的 SAC 之后和反射镜之前的光路中，进一步在快轴方向呈阶梯堆叠了包括 COS 407、408、409、410 的模块。

对于第二部分的 4 个模块中的每一个而言，5 个激光器发光单元复用一组 FAC、SAC 和反射镜，经过 FAC 和 SAC 对 5 个激光器发光单元分别发出的激光光束进行快轴方向准直和慢轴方向准直，经过反射镜改变整形后的激光光束的行进方向，之后，经过 COS 406 对应的反射镜 406-1 再次改变激光光束的行进方向，使得第二部分的 4 个模块的激光光束能够与第一部分的 6 个模块的激光光束一样折向同一组 FOC 以耦合进 5 根光纤。

每个 COS（包括 5 个激光器发光单元）发出的激光光束到 5 根光纤端面的

光程相等。例如，COS 401 发出光束的光程为 $L_{401}+W_{401}$ ，COS 406 发出光束的光程为 $L_{406}+W_{406}$ ， $L_{401}+W_{401}=L_{406}+W_{406}$ 。

并且，对于多个模块而言，多个模块彼此之间在水平方向（慢轴方向）上的间距相同且 $>a$ ，多个模块在垂直方向（快轴方向）上呈阶梯布置，相邻的模块之间在快轴方向上的台阶高度相同且台阶高度 $>h$ 。

在本发明的其他实施方式中，不局限于 1 个 COS 包含 5 个激光器发光单元，也可以 1 个 COS 包括 2 个、3 个、4 个或更多激光器发光单元，此时对应输出的光纤的数量与激光器发光单元的数量相同。

在本发明的其他实施方式中，总的模块数量也不局限于 10 个，第一部分的模块数量也不局限为 6 个，第二部分的模块数量也不局限为 4 个，可以根据需要设置任意数量的模块，并且其中一部分为第一部分的模块，另一部分为第二部分的模块。

在一些实施方式中，装置包括不止两部分的模块，例如，可以在堆叠第二部分的模块的基础上，进一步地在堆叠第三部分甚至更多部分的模块。

在一些实施方式中，可以复用不止一个模块的反射镜，例如装置可以包括第三部分的模块，其复用第一部分中的另一个模块的反射镜，依次类推。

在本发明的一些实施方式中，慢轴准直透镜和慢轴聚焦柱面镜构成双远心光路以修正激光光束进入光纤后的角度。

【实施例 5】

实施例 5 提供了一种半导体激光器装置。与实施例 2 相比，区别在于在快轴方向平行叠加多个模块，省略了反射镜，并且所有模块复用 1 个 SAC，使得半导体激光器装置的集成度更高，体积更小。

具体而言，如图 7 所示，本实施例中的半导体激光器装置包括：5 个模块，每个模块包括 1 个 COS 501 和 1 个 FAC 502，COS 501 包括 5 个激光器发光单元，这 5 个激光器发光单元复用 1 个 FAC 502；SAC 503 和 FOC 耦合透镜组（其包括快轴聚焦柱面镜 504-1 和慢轴聚焦柱面镜 504-2），SAC 503 设置在模块和 FOC 之间，5 个模块复用 1 个 SAC 503 和 FOC 504-1 和 504-2；包括 5 根光纤的密排结构 505，每个 COS 501 中的 5 个激光器发光单元发出的激光光束复用 1 个 FAC，5 个 COS 501 发出的激光光束共同依次通过同一个 SAC 和 FOC 的整

形、聚焦，然后分别耦合进这 5 根光纤中。

在本实施例中，每个 COS（包括 5 个激光器发光单元）发出的激光光束到 5 根光纤端面的光程相等。

在本发明的一些实施方式中，不局限于 1 个 COS 包含 5 个激光器发光单元，也可以 1 个 COS 包括 2 个、3 个、4 个或更多激光器发光单元，此时对应输出的光纤的数量与激光器发光单元的数量相同。

在本发明的一些实施方式中，模块数量也不局限于 5 个，可以根据需要设置任意数量。

在本发明的其他实施方式中，FOC 也可以是单透镜，或其他起到聚焦作用的透镜。

在本发明的一些实施方式中，慢轴准直透镜 503 和慢轴聚焦柱面镜 504-2 构成双远心光路以修正激光光束进入光纤后的角度。

【实施例 6】

实施例 6 提供了一种半导体激光器装置。与实施例 2 相比，区别在于在 FOC 与光束整形组件之间设置光谱合束器或偏振合束器，以便在空间合束的基础上进一步结合光谱合束或偏振合束。

下面结合图 8 对此进行具体说明。如图 8 所示，本实施例中的半导体激光器装置可以包括多个模块 611、612、...61n 和 611'、612'、...61n'，光谱合束器（例如，双色分光镜）606，FOC 透镜组：快轴聚焦柱面镜 607-1 和慢轴聚焦柱面镜 607-2，以及包括 2 根光纤的密排结构 608。

其中，多个模块 611、612、...61n 在垂直方向（快轴方向）上呈阶梯布置，在水平方向（慢轴方向）上平行布置且间距相同，并且每个模块可以包括半导体激光器芯片阵列 COS 601、1 组光束整形组件（包括 FAC 602 和 SAC 603）和 1 个反射镜 604，其中，COS 601 包括 2 个激光器发光单元，这 2 个激光器发光单元复用一组 FAC 602 和 SAC 603，从而，在慢轴方向上 2 个激光器发光单元分别发出的激光光束分别通过 FAC 602 和 SAC 603，由 FAC 602 和 SAC 603 对其进行整形，然后复用同一个反射镜 604，通过反射镜 604 将整形后的激光光束折向双色分光镜 606。模块 611、612、...61n 发出的激光光束均为具有第一波长的激光光束。

多个模块 611'、612'、...61n'的结构和布局与模块 611、612、...61n 一样，区别在于模块 611'、612'、...61n'所发出的激光光束均为具有第二波长的激光光束，并且，在模块 611'、612'、...61n'与双色分光镜 606 之间还增加设置反射镜 605 以改变激光光束的行进方向将其折向双色分光镜 606。其中，作为双色分光镜 606，采用透射第一波长的光并反射第二波长的光的反射镜。

由于双色分光镜 606 能够透射具有第一波长的激光光束，反射具有第二波长的激光光束，因此，来自模块 611、612、...61n 的具有第一波长的激光光束透过双色分光镜 606，而来自模块 611'、612'、...61n'的具有第二波长的激光光束经过双色分光镜 606 的反射与来自模块 611、612、...61n 的激光光束堆叠在一起得到合并，合并后的激光光束之后通过 FOC 607-1 和 607-2 分别耦合进对应的光纤。这样，本实施例中的半导体激光器装置在空间合束的基础上可以进一步进行光谱合束。

在本实施例中，反射镜 604 和 605 均起改变激光光束的行进方向的作用，可以根据实际需要省略或者增加，以便于在空间上将来自不同位置的激光光束合并在一起。

在一些实施方式中，可以采用偏振分光棱镜（PBS）替换双色分光镜 606，从而将空间合束与偏振合束结合使用。此时，模块 611、612、...61n 发出的激光光束可以均为 p 光，模块 611'、612'、...61n'所发出的激光光束可以均为 s 光。PBS 能够透射 p 光反射 s 光，因此经过 PBS 之后，来自模块 611、612、...61n 的激光光束与来自模块 611'、612'、...61n'的激光光束堆叠在一起得到合并，实现偏振合束。

在可选的实施方式中，也可以在 FOC 与光束整形组件（具体可以是 SAC）之间按顺序增加设置光谱合束器和偏振合束器，以在空间合束的基础上进一步结合光谱合束和偏振合束。例如，首先，通过双色分光镜按照上述方式将不同波长的激光光束叠加在一起，然后通过 PBS 按照上述方式将经过光谱合束的 p 光和 s 光叠加在一起。

在本发明的其他实施方式中，不局限于 1 个 COS 包含 2 个激光器发光单元，也可以 1 个 COS 包括 3 个、4 个或更多激光器发光单元，此时对应输出的光纤的数量与激光器发光单元的数量相同。

在本发明的其他实施方式中，FOC 也可以是单透镜、或其他起到聚焦作用

的透镜。

在本发明的一些实施方式中，可以通过慢轴准直透镜和慢轴聚焦柱面镜构成双远心光路，以修正激光光束进入光纤后的角度。

本发明说明书中使用的术语和措辞仅仅为了举例说明，并不意味构成限定。本领域技术人员应当理解，在不脱离所公开的实施方式的基本原理的前提下，对上述实施方式中的各细节可进行各种变化。因此，本发明的保护范围只由权利要求确定，在权利要求中，除非另有说明，所有的术语应按最宽泛合理的意思进行理解。

权利要求

1、一种半导体激光器装置，其特征在于，包括：

至少两个激光器发光单元；

光束整形组件，所述至少两个激光器发光单元复用一组所述光束整形组件，以便通过一组所述光束整形组件对所述至少两个激光器发光单元分别发出的激光光束进行整形；

光纤耦合器；以及

至少两根光纤，所述至少两个激光器发光单元分别发出的激光光束经过一组所述光束整形组件处理后通过所述光纤耦合器分别耦合进所述至少两根光纤；其中，所述光纤的数量等于所述激光器发光单元的数量。

2、如权利要求1所述的半导体激光器装置，其特征在于，所述至少两个激光器发光单元分别发出的激光光束具有相同的传播方向和相同的发散角度。

3、如权利要求2所述的半导体激光器装置，其特征在于，所述激光器发光单元通过分切半导体激光器 Bar 条制得。

4、如权利要求1所述的半导体激光器装置，其特征在于，所述光束整形组件包括快轴准直透镜和慢轴准直透镜。

5、如权利要求1所述的半导体激光器装置，其特征在于，

所述至少两个激光器发光单元与其复用的一组所述光束整形组件作为一个模块，所述模块还包括反射镜，用于改变经过一组所述光束整形组件处理后的激光光束的方向，

其中，所述半导体激光器装置包括多个所述模块。

6、如权利要求5所述的半导体激光器装置，其特征在于，多个所述模块配置成使从各个所述模块的激光器发光单元到所述光纤的光程相等。

7、如权利要求 5 所述的半导体激光器装置，其特征在于，多个所述模块在水平方向上的间距相同，所述间距大于第一值，所述第一值表示离开所述反射镜的光束的椭圆形截面形状的长轴长度。

8、如权利要求 5 所述的半导体激光器装置，其特征在于，所述多个模块在快轴方向上呈阶梯布置，相邻的所述模块之间在快轴方向上的台阶高度相同，所述台阶高度大于第二值，所述第二值表示离开所述反射镜的光束的椭圆形截面形状的短轴长度。

9、如权利要求 5 所述的半导体激光器装置，其特征在于，多个所述模块构成：

多个所述模块中的第一部分的激光器发光单元发出的激光光束的传播方向与多个所述模块中的第二部分的激光器发光单元发出的激光光束的传播方向相交，并且

多个所述模块中的第二部分复用多个所述模块中的第一部分中的一个模块的反射镜。

10、如权利要求 1 所述的半导体激光器装置，其特征在于，

所述至少两个激光器发光单元与其复用的一组所述光束整形组件作为一个模块，

其中，所述半导体激光器装置包括多个所述模块，所述多个模块在快轴方向上平行布置；

其中，所述光束整形组件包括快轴准直透镜；

其中，在多个所述模块与所述光纤耦合器之间设置有慢轴准直透镜，多个所述模块复用所述慢轴准直透镜。

11、如权利要求 1 所述的半导体激光器装置，其特征在于，在所述光纤耦合器和所述光纤之间设有用以修正激光光束进入光纤后的角度的修正器。

12、如权利要求 11 所述的半导体激光器装置，其特征在于，所述修正器为

劈型棱镜或凹透镜

或者,

所述光纤的端面构成为倾斜端面作为所述修正器使用。

13、如权利要求 4 或 10 所述的半导体激光器装置,其特征在于,所述光纤耦合器包括慢轴聚焦柱面镜和快轴聚焦柱面镜。

14、如权利要求 13 所述的半导体激光器装置,其特征在于,所述慢轴准直透镜和所述慢轴聚焦柱面镜构成双远心光路以修正激光光束进入光纤后的角度。

15、如权利要求 1 所述的半导体激光器装置,其特征在于,所述至少两根光纤采用密排结构或陶瓷插芯的形式固定。

16、如权利要求 1 所述的半导体激光器装置,其特征在于,还包括位于所述光纤耦合器与所述光束整形组件之间的光谱合束器和/或偏振合束器。

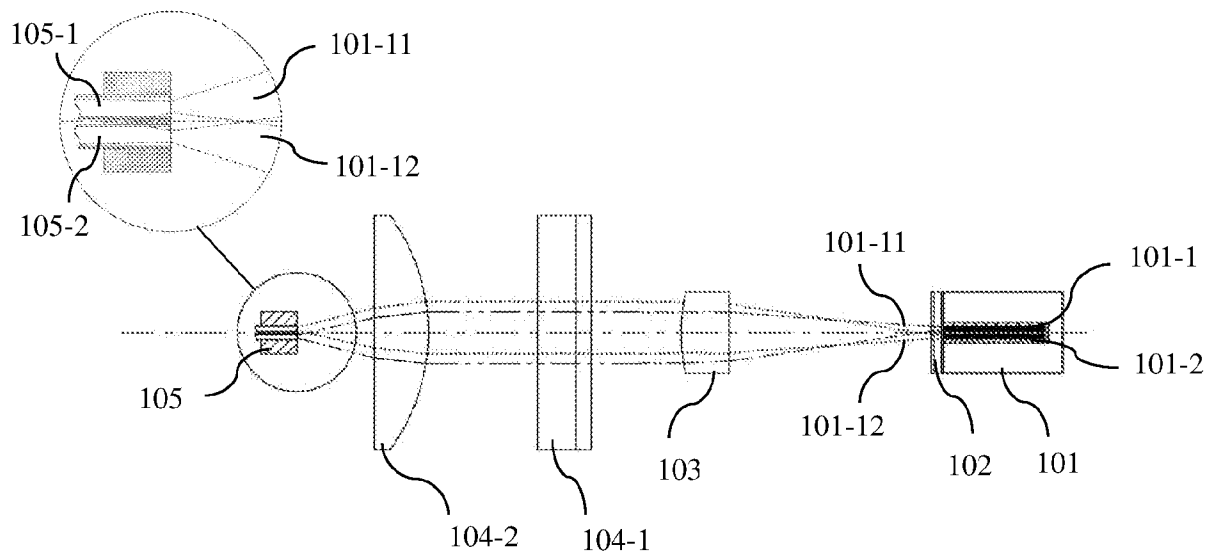


图 1A

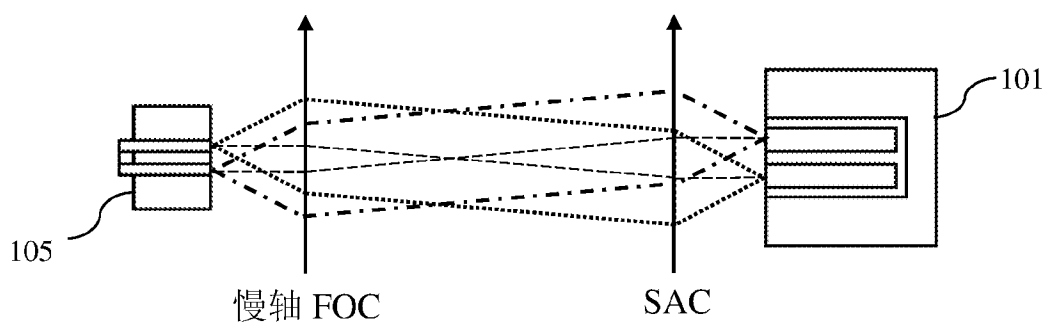


图 1B

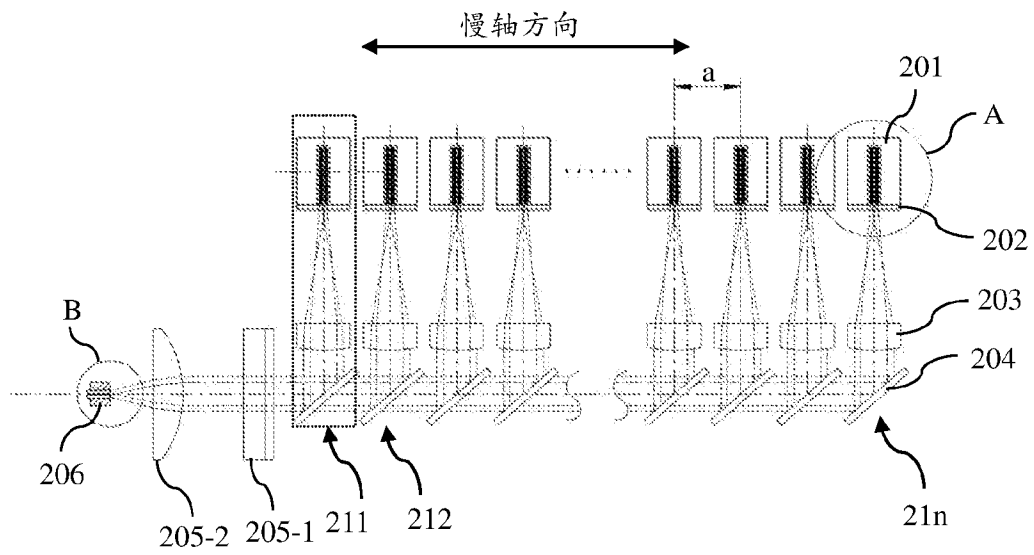


图 2A

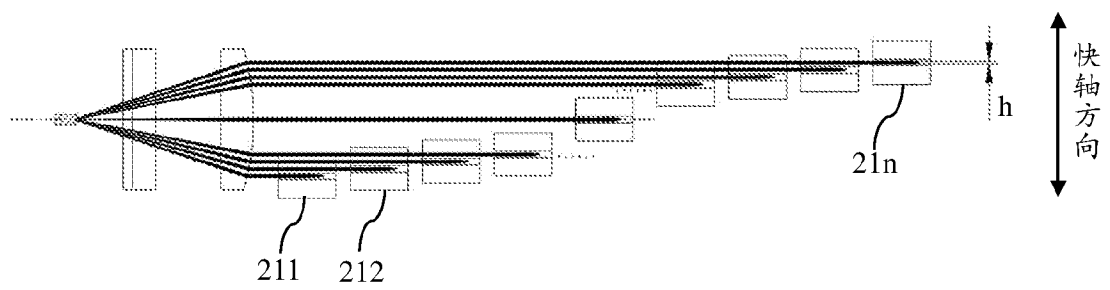


图 2B

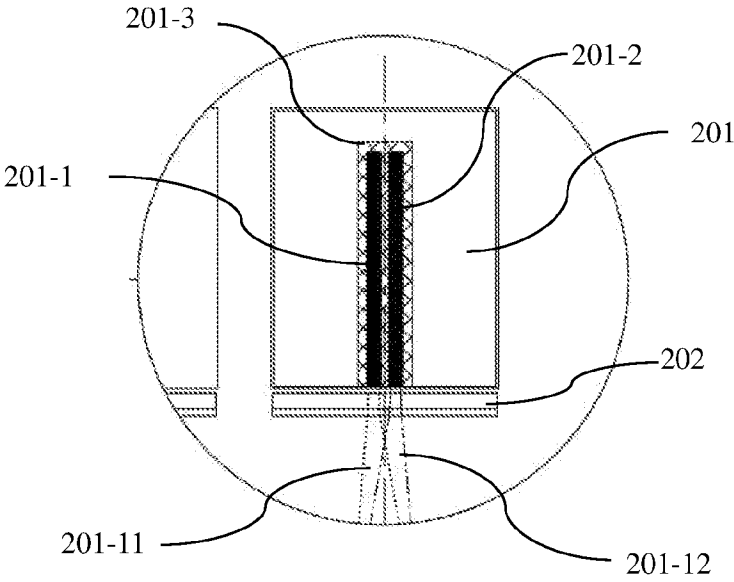


图 3A

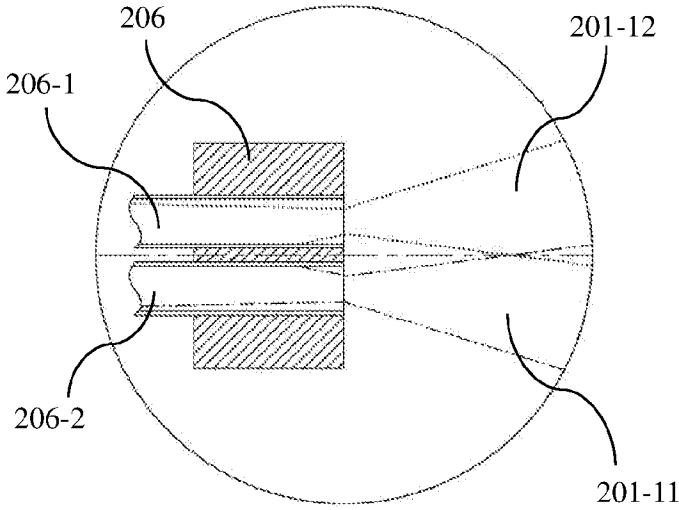


图 3B



图 4A

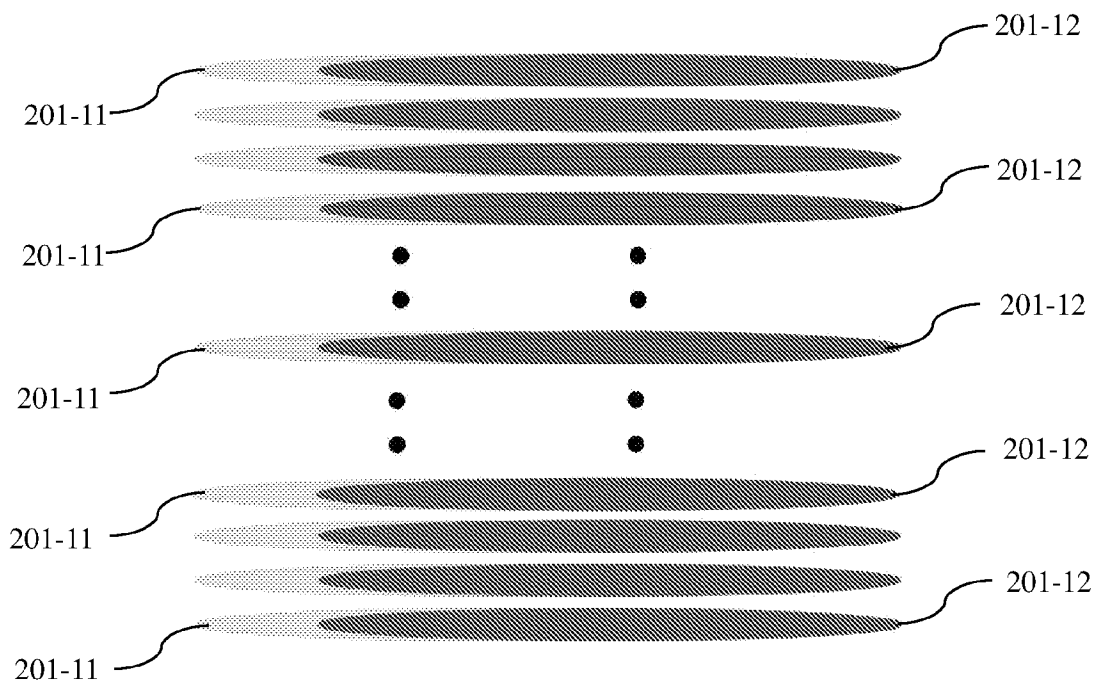


图 4B

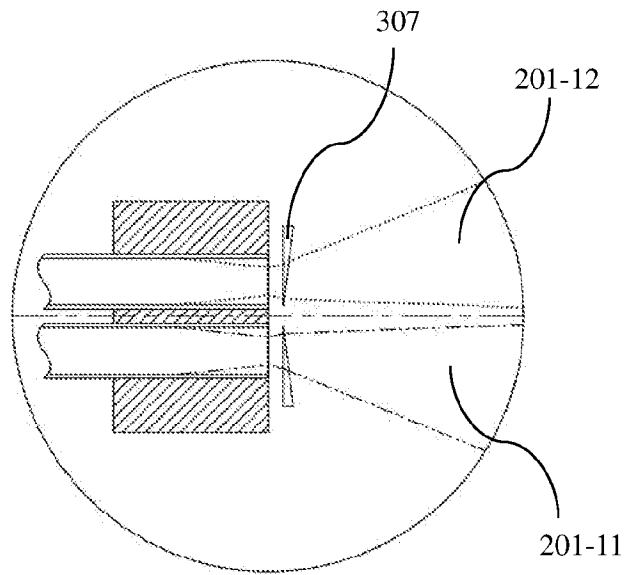


图 5A

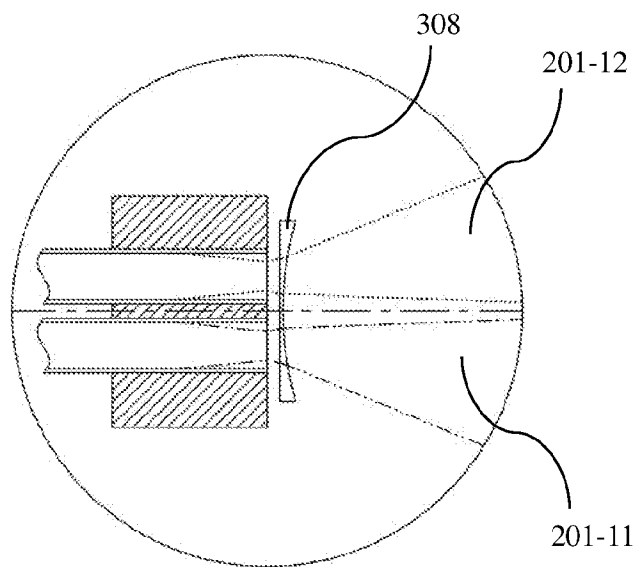


图 5B

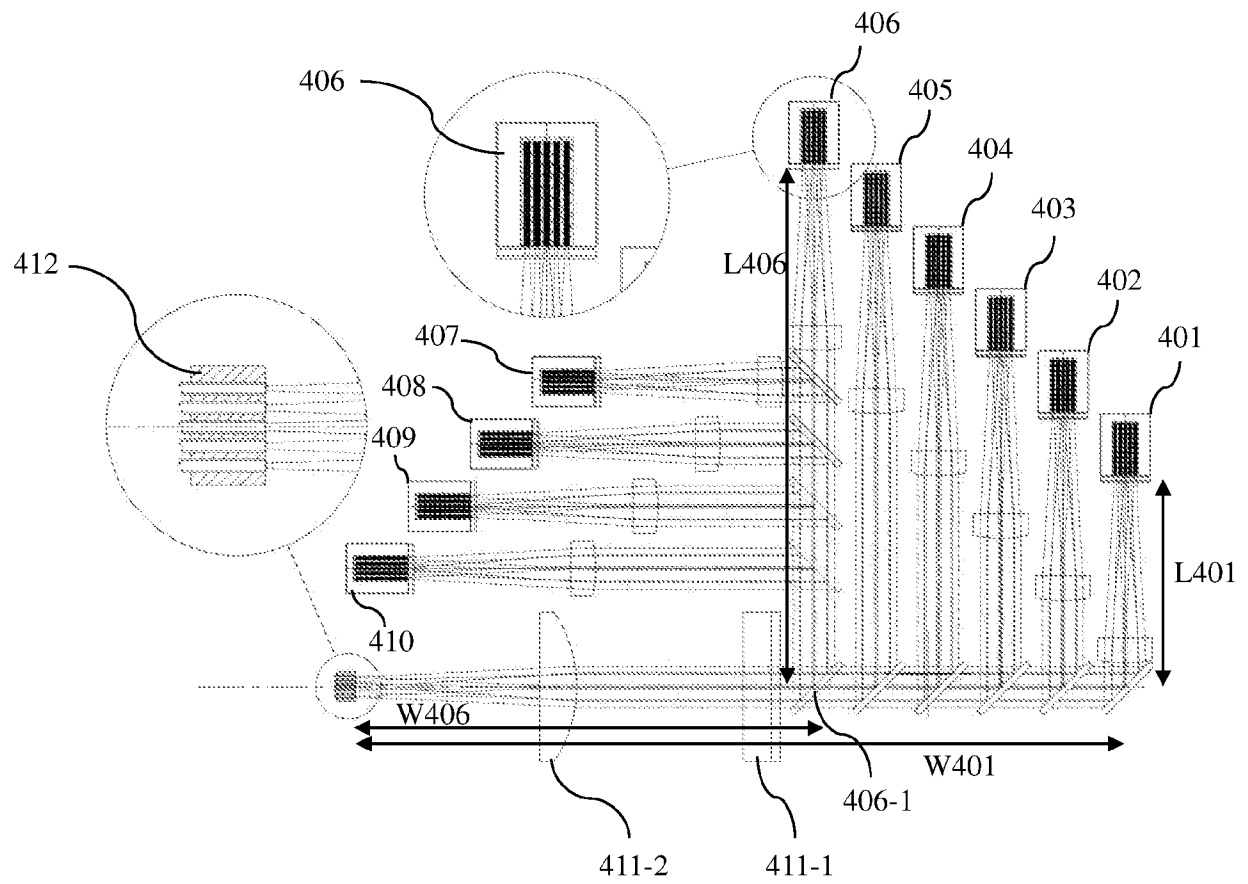


图 6A

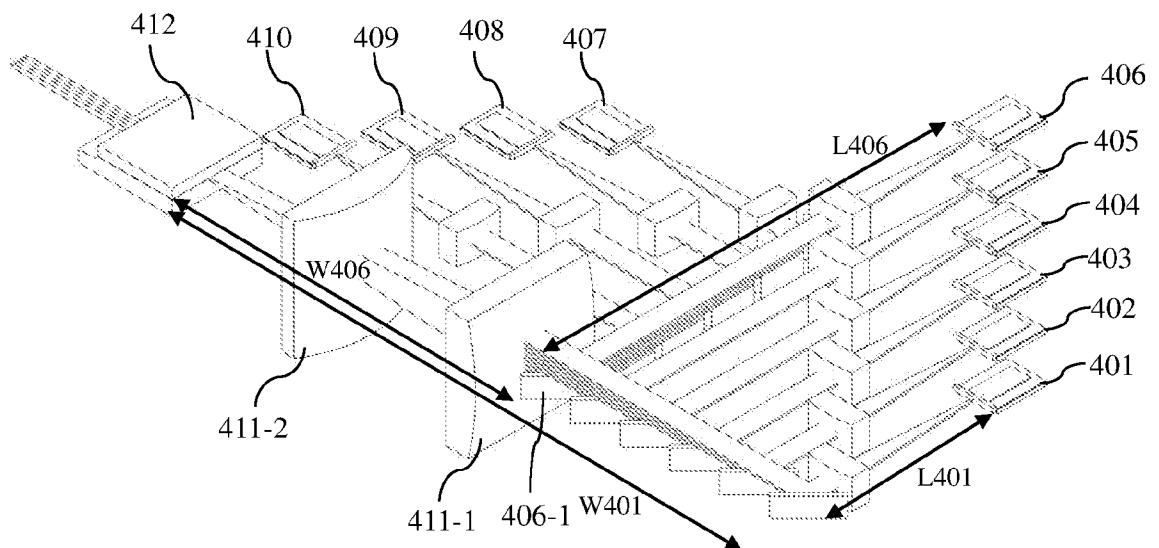


图 6B

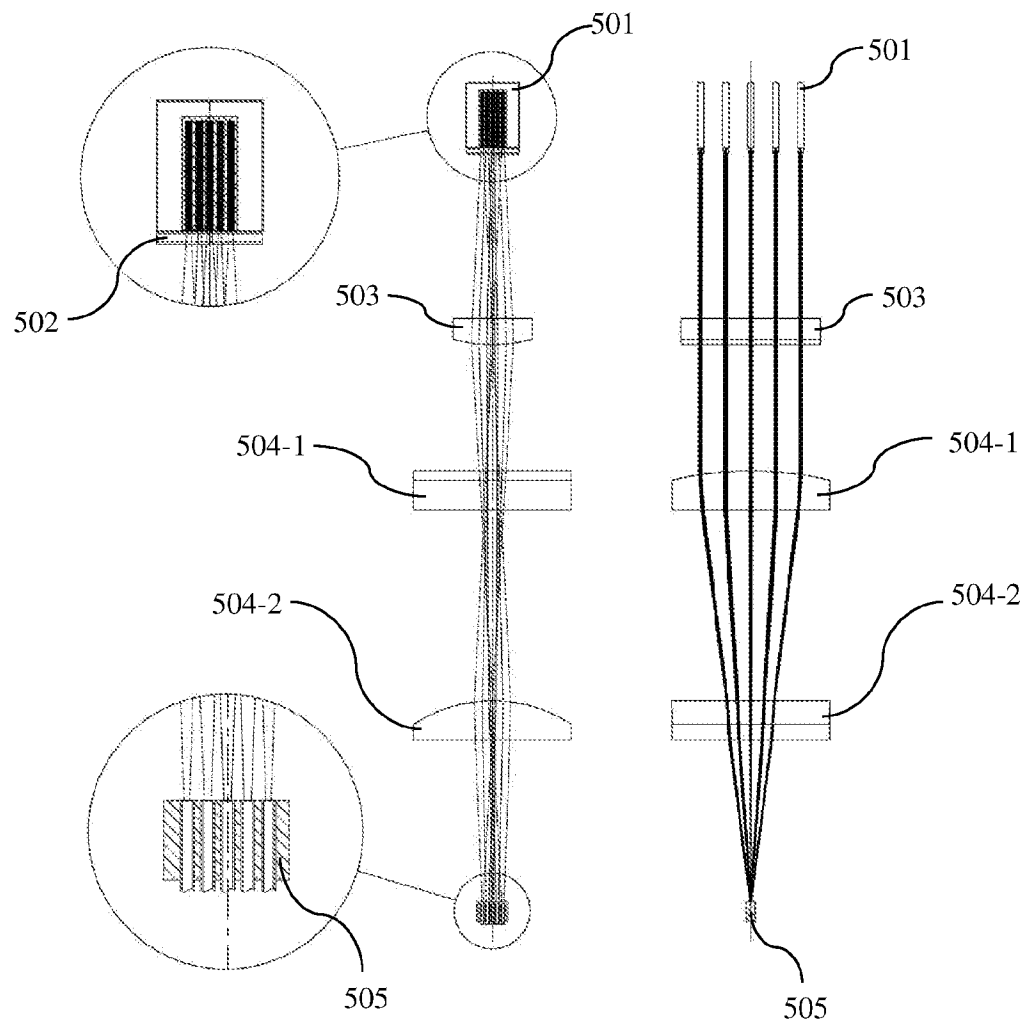


图 7

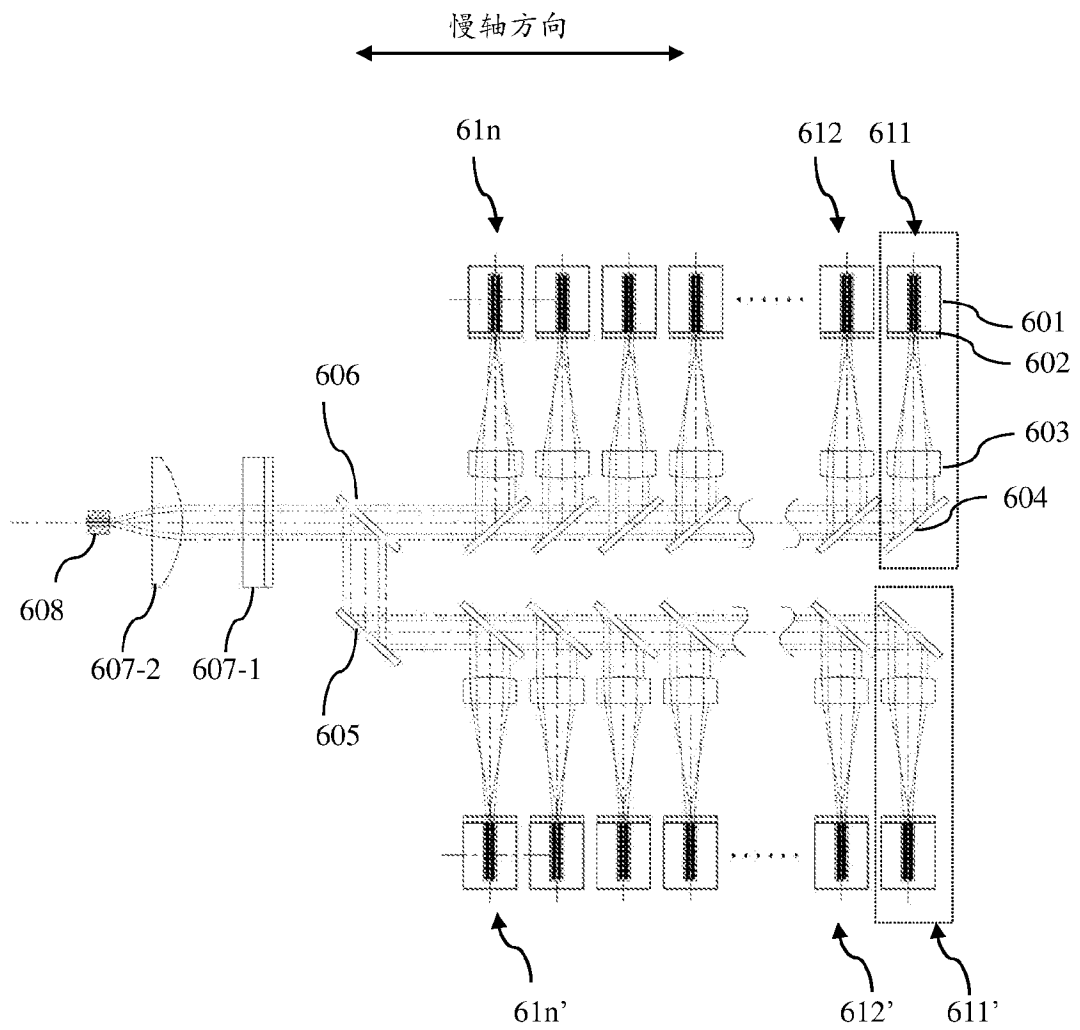


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/134776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 5/40(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S 5/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, CNABS, CNKI, WPI, EPODOC; 何晓光, 郝亮, 刘瑞, 南京镭芯光电有限公司, 半导体, 激光器, 复用, 共享, 公用, 共用, 元件, 部件, 组件, 光纤, 耦合, 快轴, 慢轴, 巴条, 密排, 两根, 两条, 多根, 多条, bar, laser, fiber, fibre, semiconductor, slow+, fast, axis, coupl+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111969416 A (NANJING LEIXIN OPTOELECTRONICS CO., LTD.) 20 November 2020 (2020-11-20) claims 1-16, description paragraphs [0033]-[0090], figures 1A-8	1-16
X	CN 101728763 A (FOCUSLIGHT TECHNOLOGIES INC.) 09 June 2010 (2010-06-09) description, paragraphs [0032]-[0043], and figures 1-7	1-16
X	US 2019252863 A1 (CHEN, Zhigang et al.) 15 August 2019 (2019-08-15) description paragraph [0046], figures 7A-7B	1-16
X	CN 204615152 U (JINLING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 02 September 2015 (2015-09-02) description, paragraphs [0020]-[0027], and figures 1-2	1-16
X	CN 104300359 A (WUHAN RAYCUS FIBER LASER TECHNOLOGIES CO., LTD.) 21 January 2015 (2015-01-21) description, paragraphs [0025]-[0035], and figures 1-2	1-4, 11-16
A	JP 2019125726 A (FUJIKURA LTD.) 25 July 2019 (2019-07-25) entire document	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 April 2021

Date of mailing of the international search report

27 May 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/134776

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111969416	A	20 November 2020	None	
CN	101728763	A	09 June 2010	None	
US	2019252863	A1	15 August 2019	CN	111919352 A 10 November 2020
				WO	2019157092 A1 15 August 2019
				EP	3750218 A1 16 December 2020
				US	10833482 B2 10 November 2020
CN	204615152	U	02 September 2015	None	
CN	104300359	A	21 January 2015	None	
JP	2019125726	A	25 July 2019	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/134776

A. 主题的分类

H01S 5/40(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H01S 5/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT, CNABS, CNKI, WPI, EPDOC: 何晓光, 郝亮, 刘瑞, 南京镭芯光电有限公司, 半导体, 激光器, 复用, 共享, 公用, 共用, 元件, 部件, 组件, 光纤, 耦合, 快轴, 慢轴, 巴条, 密排, 两根, 两条, 多根, 多条, bar, laser, fiber, fibre, semiconductor, slow+, fast, axis, coupl+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 111969416 A (南京镭芯光电有限公司) 2020年 11月 20日 (2020 - 11 - 20) 权利要求1-16、说明书第[0033]-[0090]段、图1A-8	1-16
X	CN 101728763 A (西安炬光科技有限公司) 2010年 6月 9日 (2010 - 06 - 09) 说明书第[0032]-[0043]段、图1-7	1-16
X	US 2019252863 A1 (CHEN, Zhigang 等) 2019年 8月 15日 (2019 - 08 - 15) 说明书第[0046]段、图7A-7B	1-16
X	CN 204615152 U (金陵科技学院) 2015年 9月 2日 (2015 - 09 - 02) 说明书第[0020]-[0027]段、图1-2	1-16
X	CN 104300359 A (武汉锐科光纤激光器技术有限责任公司) 2015年 1月 21日 (2015 - 01 - 21) 说明书第[0025]-[0035]段、图1-2	1-4、11-16
A	JP 2019125726 A (FUJIKURA LTD.) 2019年 7月 25日 (2019 - 07 - 25) 全文	1-16

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 4月 25日

国际检索报告邮寄日期

2021年 5月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

关键

电话号码 86-(10)-53962635

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/134776

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111969416	A	2020年 11月 20日	无			
CN	101728763	A	2010年 6月 9日	无			
US	2019252863	A1	2019年 8月 15日	CN	111919352	A	2020年 11月 10日
				WO	2019157092	A1	2019年 8月 15日
				EP	3750218	A1	2020年 12月 16日
				US	10833482	B2	2020年 11月 10日
CN	204615152	U	2015年 9月 2日	无			
CN	104300359	A	2015年 1月 21日	无			
JP	2019125726	A	2019年 7月 25日	无			