



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112531462 B

(45) 授权公告日 2021.12.03

(21) 申请号 202011415356.3

(22) 申请日 2020.12.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112531462 A

(43) 申请公布日 2021.03.19

(73) 专利权人 苏州长光华芯光电技术股份有限公司

地址 215000 江苏省苏州市高新区昆仑山路189号科技城工业坊-A区2号厂房-1-102、2号厂房-2-203

专利权人 苏州长光华芯半导体激光创新研究院有限公司

(72) 发明人 孙舒娟 俞浩 王俊 虞天成

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 项凯

(51) Int.Cl.
H01S 5/40 (2006.01)
H01S 5/14 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 105428996 A, 2016.03.23

审查员 秦岳飞

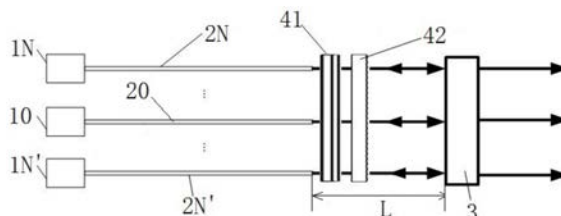
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置

(57) 摘要

本发明涉及一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,包括至少一个发光模块,发光模块包括至少两个发光单元;至少一个传导光纤,设置在发光模块的输出光路上;一个布拉格光栅设在传导光纤的输出光路上,布拉格光栅和发光模块的输出端构成外腔,经传导光纤输出的激光垂直入射至布拉格光栅的入射端面,部分透射作为输出光输出,部分反射作为反馈光沿原路返回至发光模块内实现波长锁定。使用一个布拉格光栅和多个发光模块构成外腔,降低合束装置的成本。布拉格光栅仅将部分垂直于入射端面的光束反馈,提高输出光功率,通过限定传导光纤的芯径与传导光纤和布拉格光栅之间的距离,确保布拉格光栅反馈的光强,实现更好的锁定效果。



1. 一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,包括:

至少一个发光模块(1),所述发光模块(1)包括至少两个间隔设置的用于发射激光的发光单元;

至少一个传导光纤(2),设在所述发光模块(1)的输出光路上,用于将所述发光模块(1)发射的激光进行耦合并传导输出;

一个布拉格光栅(3),设在所述传导光纤(2)的输出光路上,所述布拉格光栅(3)和所述发光模块(1)的输出端构成外腔,经所述传导光纤(2)输出的激光垂直入射至布拉格光栅(3)的入射端面,部分透射经过所述布拉格光栅(3)进行输出,部分反射作为反馈光沿原路返回至所述发光模块(1)内实现波长锁定;

其中传导光纤(2)的芯径 R 与传导光纤(2)的输出端面(21)和布拉格光栅(3)的入射端面(31)之间的距离 L 之间满足关系式:

$R \geq r_1 + 2\alpha L$;其中 $r_1 \geq 0$, α 表示的是传导光纤(2)的输出端面(21)上与传导光纤中心的距离为 r_1 的位置处的输出光束的发散角, α 小于传导光纤的输出光束的最大发散角。

2. 根据权利要求1所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,所述布拉格光栅(3)的入射端面与所述传导光纤(2)的光轴垂直。

3. 根据权利要求1或2所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,所述发光单元为半导体激光器单管芯片,所述发光模块(1)为由至少两个呈台阶布置的半导体激光器单光芯片形成的单管模块;或

所述发光单元为半导体激光器线阵,所述发光模块(1)为由至少两个半导体激光器线阵沿快轴方向或慢轴方向堆栈而成的叠阵模块。

4. 根据权利要求3所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,所述合束装置还包括:

光束整形元件(5),设于所述单管芯片的输出光路或所述叠阵模块的输出光路上;

耦合元件(6),设置在所述传导光纤(2)的输入端,用于将经所述光束整形元件(5)准直的光束聚焦至所述传导光纤(2)。

5. 根据权利要求4所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,所述合束装置还包括:

准直透镜,设置在所述传导光纤(2)和所述布拉格光栅(3)之间,所述耦合元件与所述传导光纤(2)的输入端的各个光束的相对位置关系和所述传导光纤(2)的输出端与所述准直透镜的输入端的各个光束的相对位置关系一致。

6. 根据权利要求1或2所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,所述发光模块(1)包括至少两个,至少两个所述发光模块(1)并排间隔排布;

任一所述发光模块(1)的输出端对应设有一个所述传导光纤(2),所有所述传导光纤(2)的光轴一致。

7. 根据权利要求6所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,

沿所述传导光纤(2)的排布方向上,所述布拉格光栅(3)的长度不小于所有所述传导光纤(2)的芯径与所有所述传导光纤(2)之间的间距之和。

8. 根据权利要求7所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在

于,

在垂直于所述传导光纤(2)的排布方向上,所述布拉格光栅(3)的高度不小于所述传导光纤(2)的芯径之和;或

在垂直于所述传导光纤(2)的排布方向上,所述布拉格光栅(3)的高度不小于所有所述传导光纤(2)的芯径与所有所述传导光纤(2)之间的间距之和。

9.根据权利要求6所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,还包括:

准直元件,设置于所述传导光纤(2)的输出端面(21)与所述布拉格光栅(3)的入射端面(31)之间,用于将所述传导光纤(2)输出的光束形成垂直于所述布拉格光栅(3)的入射端面(31)的平行光束。

10.根据权利要求9所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,其特征在于,所述准直元件包括:

第一准直元件(41),设置于所有所述传导光纤(2)的输出端面;

第二准直元件(42),设置于所述第一准直元件(41)与所述布拉格光栅(3)之间,由多个与所述传导光纤一一对应的并沿所述传导光纤的排布方向设置的准直单元构成。

一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置

技术领域

[0001] 本发明涉及激光器技术领域,具体涉及一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置。

背景技术

[0002] 大功率激光器芯片常被用作固体激光器(如薄片,传导光纤和板条激光器)的泵浦源,因此其效率、激光发射的空间和光谱特性决定了固体激光器的性能。大功率激光器芯片也被直接用材料加工(如表面处理,焊接,增材制造,切割)等工业领域,并且显示了替代固体和传导光纤激光器的潜力。输出功率和亮度的增加是直接大功率激光器芯片应用范围扩大的主要驱动力。通常通过合束技术获得高功率、高亮度的激光输出。

[0003] 激光合束技术是获得高亮度、高功率半导体激光输出的有效方法之一。光谱合束是通过外腔反馈,将不同激光器芯片波长锁定在一定波长,利用色散元件将不同波长光束合成一束,但是外腔光谱合束由于存在串扰问题,将导致光束质量的恶化,另外多个激光器芯片在同一外腔中,需严格控制各激光器芯片的指向性一致以保证能够全部起振,否则部分激光器芯片部分锁定也将导致光束质量和效率下降。

[0004] 近年来,采用布拉格光栅(VBG光栅)的反馈方式来实现大功率激光器芯片的波长锁定和光谱线宽的窄化,以增强对环境的适应性,扩大其应用范围。

[0005] 现有技术中VBG光栅外腔激光器模块合束装置,发光模块有单管合束模块和阵列。如中国专利申请号CN110323672A公开了一种布拉格光栅外腔激光器模块合束装置,包括至少一个发光模块,其中任一发光模块包括多个呈台阶布置的激光器单管芯片,每个激光器单管芯片的输出光路上设有快轴准直透镜和慢轴准直透镜,慢轴准直透镜的输出光路上设有反射镜,多个激光器单管芯片发出的激光经反射镜反射后入射至一个VBG光栅上,VBG光栅为半反射半透射光栅,部分反射光束回到激光器单管芯片内部实现波长锁定,部分光栅透射作为输出光束。也就是说上述结构中的单管合束模块需要对应一个VBG光栅进行合束,多个发光模块就必须得设计多个VBG光栅,这样就导致泵源中的VBG数量较多,不仅增加了成本,而且增加了调节难度,需要对每一个VBG光栅分别进行温度控制调节,当不能同时精确控制每一个VBG光栅的温度时,将会导致不同模块或线阵被锁定在不同的中心波长,使得最终合束输出光束的光谱展宽,锁定效果不好。

发明内容

[0006] 因此,本发明所要解决的技术问题在于现有的半导体激光器模块合束装置中每个发光模块需对应采用一个布拉格光栅进行波长锁定,增加了布拉格光栅的数量,造成合束装置的成本增加,而且调节难度较高,锁定效果不好的技术问题,从而提供一种成本较低,锁定效果较好的合束装置。

[0007] 本发明的目的在于提供一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,包括:

[0008] 至少一个发光模块,所述发光模块包括至少两个并排间隔设置的用于发射激光的

发光单元；

[0009] 至少一个传导光纤,设在所述发光模块的输出光路上,用于将所述发光模块发射的激光进行耦合并传导输出；

[0010] 一个布拉格光栅,设在所述传导光纤的输出光路上,所述布拉格光栅和所述发光模块的输出端构成外腔,经所述传导光纤输出的激光垂直入射至布拉格光栅的入射端面,部分透射经过所述布拉格光栅进行输出,部分反射作为反馈光沿原路返回至发光模块内实现波长锁定；

[0011] 其中传导光纤的芯径 R 与传导光纤的输出端面和布拉格光栅的入射端面之间的距离 L 之间满足关系式：

[0012] $R \geq r_1 + 2\alpha L$ ；其中 $r_1 \geq 0$, α 表示的是传导光纤的输出端面上与传导光纤中心的距离为 r_1 的位置处的输出光束的发散角,其中 α 小于传导光纤的输出光束的最大发散角。

[0013] 优选地,所述的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,所述布拉格光栅的入射端面与所述传导光纤的光轴垂直。

[0014] 优选地,所述的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,所述发光单元为半导体激光器单管芯片,所述发光模块为由至少两个呈台阶布置的半导体激光器单光芯片形成的单管模块；或

[0015] 所述发光单元为半导体激光器线阵,所述发光模块为由至少两个半导体激光器线阵沿快轴方向或慢轴方向堆栈而成的叠阵模块。

[0016] 优选地,所述的一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,所述合束装置还包括：

[0017] 光束整形元件,设于所述单管芯片的输出光路或所述叠阵模块的输出光路上；

[0018] 耦合元件,设置在所述传导光纤的输入端,用于将经所述光束整形元件准直的光束聚焦至所述传导光纤。

[0019] 优选地,所述的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,所述合束装置还包括：

[0020] 准直透镜,设置在所述传导光纤和所述布拉格光栅之间,所述耦合元件与所述传导光纤的输入端的各个光束的相对位置关系和所述传导光纤的输出端与所述准直透镜的输入端的各个光束的相对位置关系一致。

[0021] 优选地,所述的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,所述发光模块包括至少两个,至少两个所述发光模块并排间隔排布；

[0022] 任一所述发光模块的输出端对应设有一个所述传导光纤,所有所述传导光纤的光轴一致。

[0023] 优选地,所述的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,沿所述传导光纤的排布方向上,所述布拉格光栅的长度不小于所有所述传导光纤的芯径与所有所述传导光纤之间的间距之和。

[0024] 优选地,所述的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,在垂直于所述传导光纤的排布方向上,所述布拉格光栅的高度不小于所述传导光纤的芯径之和；或

[0025] 在垂直于所述传导光纤的排布方向上,所述布拉格光栅的高度不小于所有所述传导光纤的芯径与所有所述传导光纤之间的间距之和。

- [0026] 优选地,所述的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,还包括:
- [0027] 准直元件,设置于所述传导光纤的输出端面与所述布拉格光栅的入射端面之间,用于将所述传导光纤输出的光束形成垂直于所述布拉格光栅的入射端面的平行光束。
- [0028] 优选地,所述的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,所述准直元件包括:
- [0029] 第一准直元件,设置于所有所述传导光纤的输出端面;
- [0030] 第二准直元件,设置于所述第一准直元件与所述布拉格光栅之间,由多个与所述传导光纤一一对应的并沿所述传导光纤的排布方向设置的准直单元构成。
- [0031] 本发明技术方案,具有如下优点:
- [0032] 1. 本发明提供一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,将一个布拉格光栅设置在发光模块的耦合光纤的输出端,和发光模块构成外腔半导体激光器,在发光模块和布拉格光栅之间通过传导光纤进行光传导,从而可以减少布拉格光栅的使用数量,降低了合束装置的成本。布拉格光栅仅将部分垂直于入射端面的光束反馈,提高输出光功率。同时通过限定传导光纤的芯径与传导光纤和布拉格光栅之间的距离,确保布拉格光栅反馈至发光模块的光强,实现更好的锁定效果。
- [0033] 2. 本发明提供一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,沿所述传导光纤的排布方向上,所述布拉格光栅的长度不小于所有所述传导光纤的芯径和所有所述传导光纤之间的间距之和。此设置的目的在于可以确保所有传导光纤输出的光束都可以被布拉格光栅接收。
- [0034] 3. 本发明提供一种布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置,在垂直于传导光纤的排布方向上,布拉格光栅的高度不小于所有传导光纤的芯径与所有传导光纤之间的间距之和。此设置的目的在于避免了反射较多光束造成输出光功率下降,保证布拉格光栅仅将反馈光束质量较好的光束作为反馈光反馈后回到纤芯,从而进一步回到发光模块也即半导体激光器的腔内,减少了反馈到传导光纤包层的杂散光,使传导光纤不易过热或烧毁。

附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0036] 图1为本发明实施例中合束装置的发光模块为激光器单管模块且未设置准直元件的结构图;

[0037] 图2为本发明实施例中合束装置的发光模块为激光器单管模块且设置有准直元件的结构图;

[0038] 图3为本发明实施例中合束装置的发光模块为激光器叠阵模块并耦合由一个传导光纤输出且未设置准直元件的结构图;

[0039] 图4为本发明实施例中合束装置的发光模块为激光器叠阵模块并耦合由一个传导光纤输出且设置有准直元件的结构图;

[0040] 图5为本发明实施例中合束装置的每个发光模块均耦合进一个传导光纤构成传导光纤阵列且未设置准直元件的结构图;

[0041] 图6为本发明实施例中合束装置的每个发光模块均耦合进一个传导光纤构成传导光纤阵列且设置有准直元件的结构图；

[0042] 图7为本发明实施例中合束装置的传导光纤的纤芯半径R与传导光纤的输出端面 and 布拉格光栅的入射端面(反射端面)之间的距离L之间的关系结构图；

[0043] 图8为本发明实施例中合束装置的采用发光模块阵列和传导光纤阵列后由一个布拉格光栅锁定和直接输出也即未使用布拉格光栅锁定的光谱图。

[0044] 附图标记说明：

[0045] 1-发光模块；10-发光模块；1N-发光模块；1N' -发光模块；

[0046] 2-传导光纤；20-传导光纤；2N-传导光纤；2N' -传导光纤；21-传导光纤输出端面；

[0047] 3-布拉格光栅；31-布拉格光栅的反射端面或入射端面；

[0048] 4-准直透镜；41-第一准直元件；42-第二准直元件；

[0049] 5-光束整形元件；

[0050] 6-耦合元件。

具体实施方式

[0051] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0052] 此外，下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0053] 本实施例的布拉格光栅外腔半导体激光器模块合束装置，如图1至图8所示，包括至少一个发光模块1、至少一个传导光纤2和一个布拉格光栅3，其中发光模块1包括至少两个发光单元，传导光纤2设置在发光模块1的输出光路上，布拉格光栅3设置在传导光纤2的输出光路上，布拉格光栅3与发光模块1的输出端面形成外腔，传导光纤2耦合输出的激光垂直入射至布拉格光栅3的入射端面，部分透射经过所述布拉格光栅3进行输出，部分反射作为反馈光沿原路返回至发光模块1内实现波长锁定。传导光纤2的芯径R与传导光纤2的输出端面21和布拉格光栅3的入射端面31之间的距离L之间满足关系式：

[0054] $R \geq r_1 + 2\alpha L$ ；其中 $r_1 \geq 0$ ， α 表示的是传导光纤的输出端面21上与传导光纤中心的距离为 r_1 的位置处的输出光束的发散角，其中 α 小于传导光纤输出光束的最大发散角。

[0055] 本实施例的布拉格光栅外腔激光器传导光纤输出模块合束装置创造性的在所有发光模块1的输出端设置一个布拉格光栅3，减少了布拉格光栅3的数量，可以降低整个合束装置的体积，同时可以减少反馈光耦合进传导光纤包层，提高发光单元接收到的反馈强度，确保较好的锁定效果。

[0056] 对于本实施例中的布拉格光栅3，为垂直式布拉格光栅，反射率小于50%。对于布拉格光栅3的中心波长和光谱半高宽在此，不做详细描述和限定，可以根据需要锁定的目标中心波长来选定布拉格光栅3的中心波长，以及根据实际需要输出光束的谱宽目标来选定布拉格光栅3的光谱半高宽。比如，本实施例中所用的布拉格光栅室温下中心波长为975.6nm，波长半高宽为0.5nm，反射率为10%，光栅厚度3mm，面积为12mm×1.5mm，入射角和反射角均是0°。

[0057] 对于传导光纤而言,为现有的无源光纤,无增益无放大作用,长度根据实际应用选择,芯径、包层、数值孔径等根据实际耦合的单管芯片或半导体激光器阵列数目及光束质量进行选定,选定的原则是耦合效率越高越好。比如,本实施例中采用的传导光纤的参数为芯径/包层:200/220 μm ,数值孔径0.22,长度为1m,输入端和输出端均镀增透膜。

[0058] 具体的,本实施例的合束装置的一种实施例,如图1所示,发光单元为半导体激光器单管芯片,发光模块1为由至少两个呈台阶布置的半导体激光器单管芯片形成的半导体激光单管模块。具体结构在此不做详细描述,参见申请人先前申请的专利公告号为CN209881083U的半导体激光器模块光束外腔光谱合束系统的激光模块结构。

[0059] 本实施例的合束装置的一种实施例,如图2所示,与实施例1不同在于,传导光纤2的输出端面21与布拉格光栅3之间设有一个准直元件,准直元件为现有常规的准直透镜,比如球面透镜、非球面透镜、柱面镜及其组合。准直元件的作用在于将传导光纤2的输出端面21输出的光束准直形成垂直于布拉格光栅3的入射端面31的平行光束。

[0060] 本实施例的合束装置的一种实施例,如图3所示,与实施例1不同在于,本实施例中的发光单元为半导体激光器线阵,发光模块1为至少两个半导体激光器单管线阵沿快轴方向或慢轴方向上堆栈而成的叠阵模块,还包括设置在叠阵模块的输出光路及布拉格光栅3之间的光束整形元件5和耦合元件6。光束整形元件5对光束进行快轴方向和慢轴方向的准直,以使发光模块1发射的光束形成平行的准直光束,准直光束入射至耦合元件6,经耦合元件6的聚焦耦合至传导光纤2的输入端。其中,光束整形元件5包括快轴准直透镜、慢轴准直透镜、光束转换器中的一种或多种。本实施例中所用的耦合元件6为聚焦耦合透镜,焦距为9.67mm。比如,光束整形元件5为现有常规的平凸透镜。

[0061] 本实施例的合束装置的一种实施例,如图4所示,与实施例3不同在于,在传导光纤2的输出端面21和布拉格光栅3之间设有准直透镜,准直透镜的作用在于将传导光纤2的输出端面输出的光束准直形成垂直于布拉格光栅3的入射端面的平行光束。具体的,耦合元件6为平凸透镜,准直透镜也为平凸准直透镜,且耦合元件6的凸面背向设置、平面相对设置,从而使得耦合元件6与传导光纤2的输入端的各个光束的相对位置关系和传导光纤2的输出端与准直透镜4的输入端的各个光束的相对位置关系一致。作为可选的,准直透镜4为现有常规的准直透镜,比如球面透镜、非球面透镜、柱面镜及其组合。

[0062] 本实施例的合束装置的一种实施例,如图5所示,与实施例3不同在于,本实施例的发光模块1为叠阵模块,发光模块1包括至少两个,两个发光模块1并排间隔设置比如沿垂直于光束的方向或平行于光束的方向并排间隔设置,每个发光模块1的输出端均设有一个传导光纤2,传导光纤2沿水平方向间隔排布,从而形成传导光纤阵列,各传导光纤的光轴方向一致,也就是说所有传导光纤2的输出端的光束的光轴平行。所有的传导光纤2的输出端面21对应的光束平行入射至布拉格光栅3上。可选地,任意相邻两个发光模块1之间的间距相等也即所有发光模块1等间距排布,比如500 μm 。优选地,沿传导光纤2的排布方向上,布拉格光栅3的长度不小于所有传导光纤2的芯径和所有传导光纤2之间的间距之和。此设置的目的在于可以确保所有传导光纤输出的光束都可以被布拉格光栅3接收。所有传导光纤2在一维空间内沿水平方向间隔布置形成传导光纤阵列,也就是说在垂直于传导光纤2的排布方向上也如图5所示的竖直方向上,传导光纤2只有一个,此时应该满足布拉格光栅3的高度不小于该传导光纤2的芯径。另一种优选地方案,所有传导光纤在二维空间内形成阵列传导

光纤,也即传导光纤2在水平方向上间隔排布同时在竖直方向上也间隔布置,此时,应该满足布拉格光栅3的高度不小于所有传导光纤2的芯径与所有传导光纤2的间距之和。此设置的目的在于避免了反射较多光束造成输出光功率下降,保证布拉格光栅3仅将反馈光束质量较好的光束作为反馈光反馈后回到纤芯,从而进一步回到发光模块1也即半导体激光器的腔内,减少了反馈到传导光纤2包层的杂散光,使传导光纤2不易过热或烧毁。

[0063] 本实施例的合束装置的一种实施例,如图6所示,与实施例5不同在于,在所有传导光纤2的输出端面21与布拉格光栅3之间还设有一个准直元件,准直元件包括第一准直元件41和第二准直元件42,第一准直元件41为发光模块1输出激光垂直方向的准直元件,第二准直元件42为水平方向的准直元件,对于第一准直元件41和第二准直元件42而言,均为现有常规的准直透镜,比如球面透镜、非球面透镜、柱面镜及其组合。优选地,第二准直元件42为由多个与传导光纤2一一对应的并沿传导光纤2的排布方向设置的准直单元构成,比如柱面微透镜阵列。准直元件的作用在于将传导光纤2的输出端面21输出的光束准直形成垂直于布拉格光栅3的入射端面31的平行光束。从而提高反馈回到传导光纤2的光束占比。比如,本实施例中所用的第一准直元件41的焦距为1500 μm 的柱透镜,长度为12mm。所用的第二准直元件42为与传导光纤2阵列一一对应的焦距为2.88mm的柱面微透镜阵列。经实验,本实施例采用十五个个发光模块1和十五个个传导光纤2,十五个个发光模块形成阵列,一一对应经十五个个传导光纤2耦合输出后,经准直元件进行光束整形后并使用一个布拉格光栅3进行锁定,获得输出功率1350W,光谱如图8。图中只有一个波峰的为采用本实施例中的布拉格光栅进行锁定后的光谱图曲线。

[0064] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

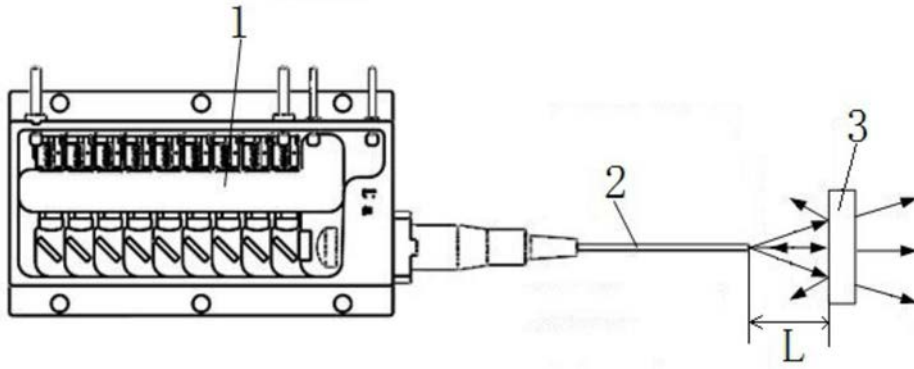


图1

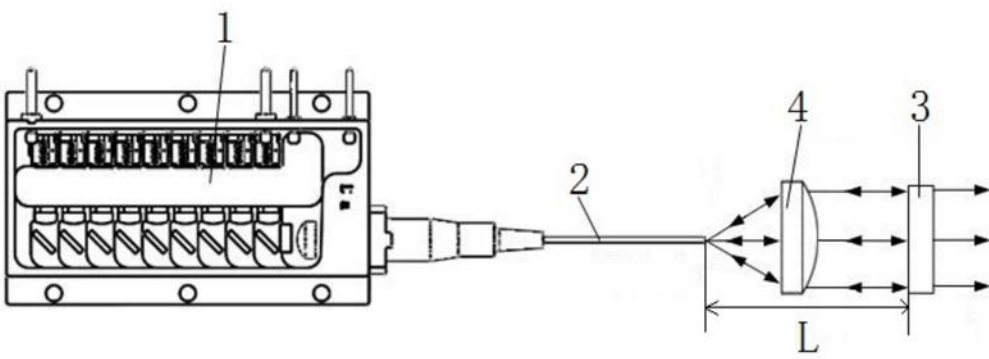


图2

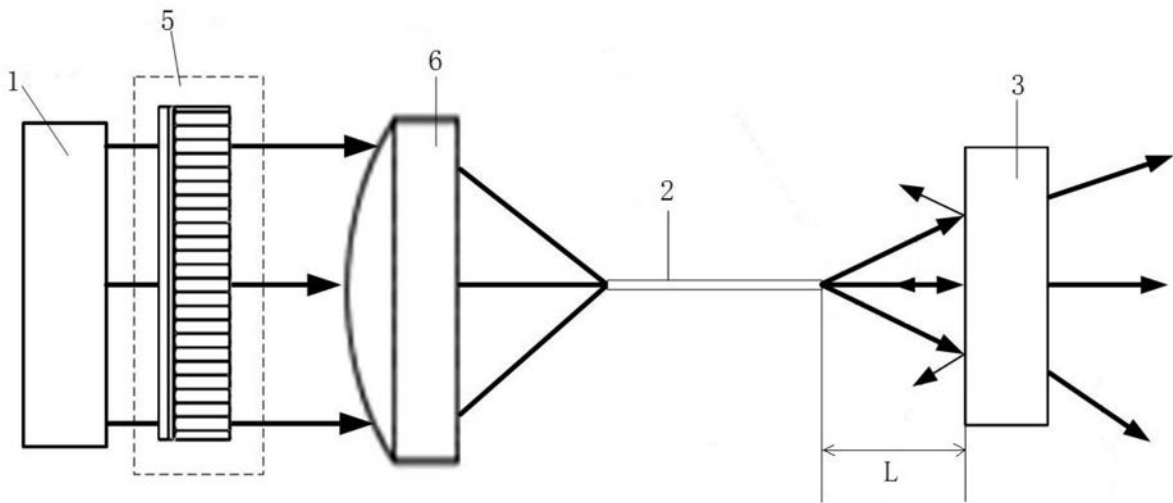


图3

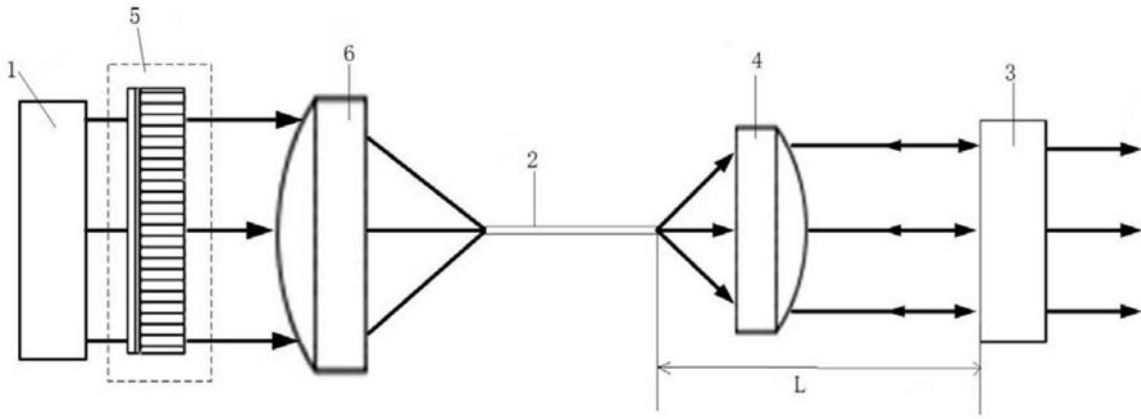


图4

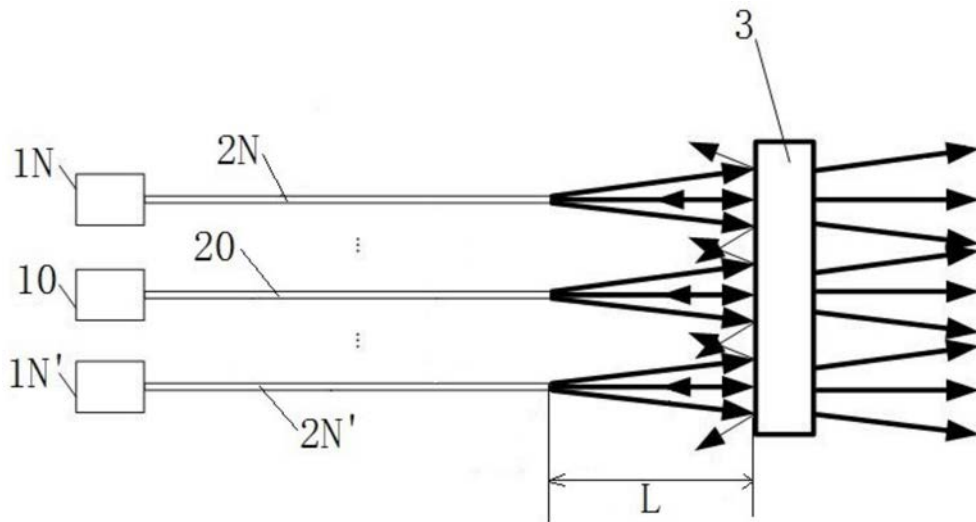


图5

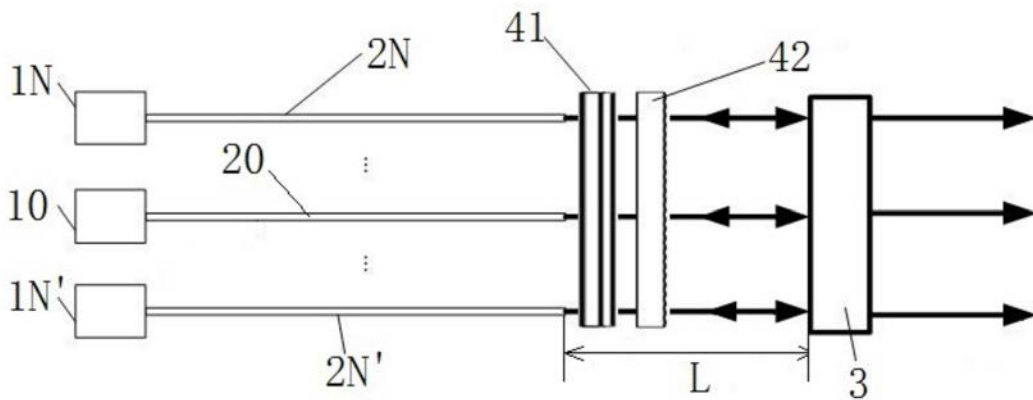


图6

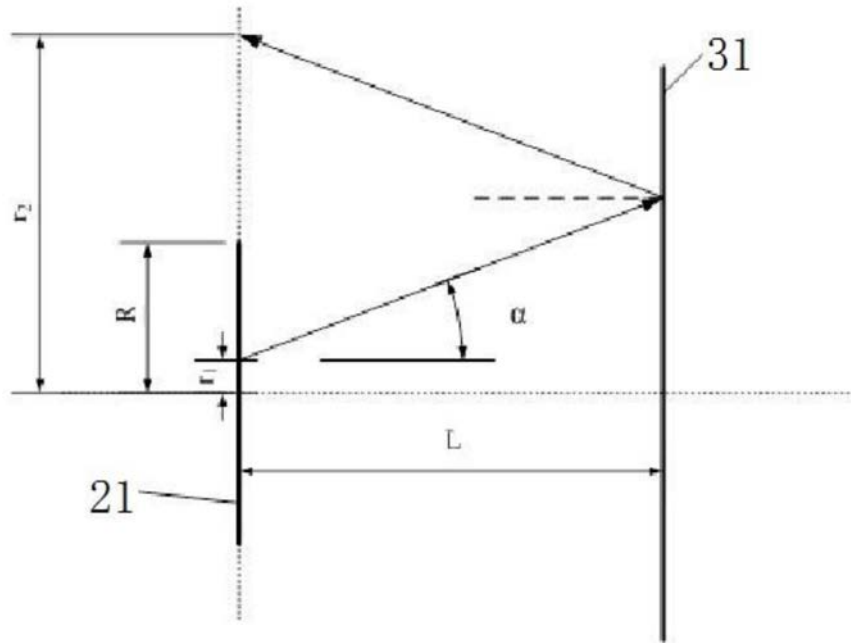


图7

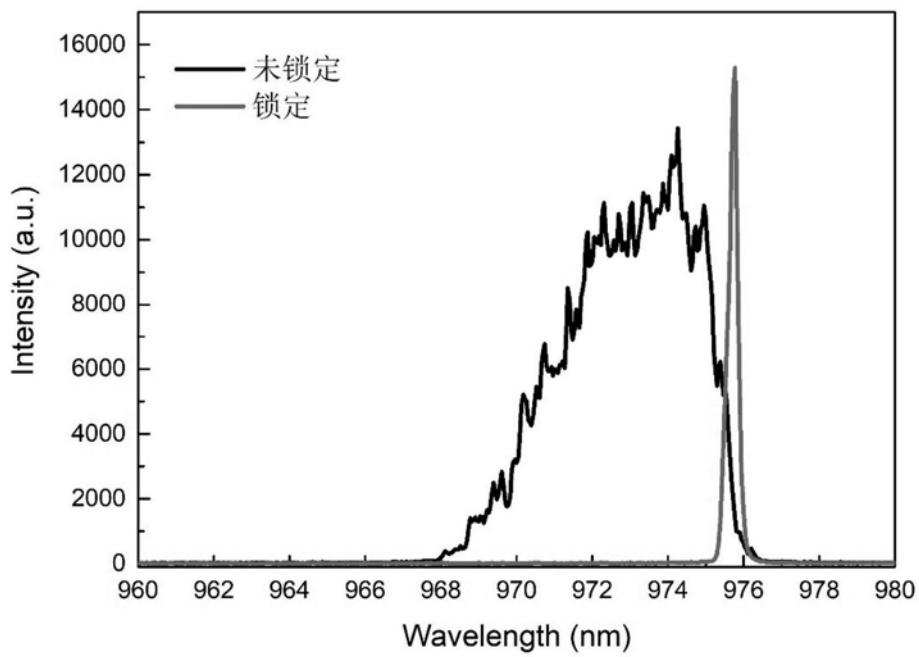


图8