(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106911062 A
(43)申请公布日 2017.06.30

(21)申请号 201710238516.3

(22)申请日 2017.04.13

(71)申请人 江苏天元激光科技有限公司
地址 212300 江苏省镇江市丹阳市高新技术产业园集中区8号

(72)发明人 席道明 陈云 马永坤 吕艳钊 魏皓

(51)Int.Cl.
H01S 3/067(2006.01)
H01S 3/109(2006.01)
H01S 3/00(2006.01)
G02B 27/28(2006.01)

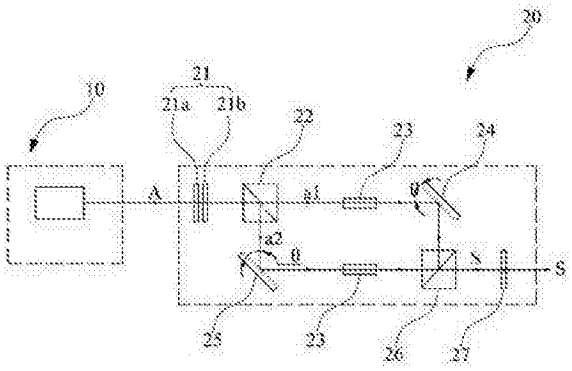
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种绿光输出光纤激光器

(57)摘要

本发明公开了一种绿光输出光纤激光器，包括基频激光系统、倍频系统，倍频系统由准直聚焦透镜组对基频激光系统输出的激光进行准直聚焦，偏振分光镜将基频激光分离成两束传播方向成90度且偏振方向互相垂直的线偏振光，线偏振光经反射镜实现传播方向的偏转，两束偏振光经倍频晶体实现二次倍频获得绿光激光输出，偏振合束器将两束绿光激光进行叠加，经输出镜实现高功率的绿光输出。本发明能够实现传统的偏振光纤激光器的二次倍频，有效提高光纤激光器倍频效率，实现高功率绿光激光输出。具有倍频效率高、稳定性好等优点，适用于激光投影、水下成像、玻璃等非金属材料加工等领域的应用。



CN 106911062 A

1.一种绿光输出光纤激光器，其特征在于，包括：

基频激光系统与倍频系统；

所述倍频系统包括接收由所述基频激光系统发射的基频激光的准直聚焦透镜组；

偏振分光镜，所述偏振分光镜将所述基频激光分离成两束传播方向夹角成90度角且相互垂直的第一线偏振光与第二线偏振光；

其中，所述第一线偏振光经过倍频晶体及第一反射镜进入偏振合束器；所述第二线偏振光经过第二反射镜及倍频晶体进入所述偏振合束器；

所述偏振合束器叠加所述第一线偏振光与所述第二线偏振光成的绿光激光；以及

接收所述绿光激光的输出镜，所述输出镜进行整形输出。

2.根据权利要求1所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述基频激光系统为输出激光随机偏振态的常规连续输出光纤激光器、调Q或MOPA结构脉冲输出光纤激光器。

3.根据权利要求1所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述准直聚焦透镜组由准直透镜及聚焦透镜组成，且所述准直聚焦透镜组将所述基频激光系统输出的基频激光进行准直聚焦到所述偏振分光镜。

4.根据权利要求1所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述偏振分光镜为一种在两个直角玻璃棱镜间交替地镀上高折射率和低折射率的膜层，并胶合而成的一块立方棱镜。

5.根据权利要求1所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述倍频晶体为三硼酸锂晶体LBO、偏硼酸钡晶体BBO、磷酸钛氧钾晶体KDP或者磷酸二氢钾晶体KTP的非线性晶体。

6.根据权利要求5所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述倍频晶体置于升温炉。

7.根据权利要求5所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述倍频晶体将所述第一线偏振光与所述第二线偏振光进行二次谐波作用。

8.根据权利要求1所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述第一反射镜为镀有532nm的激光全反射膜层的镜片；所述第二反射镜为镀有1064nm的激光全反射膜层的镜片；且所述第一反射镜与所述第二反射镜偏转激光传输方向。

9.根据权利要求8所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述第一反射镜与所述第二反射镜都与所述激光传输方向成预定角度，所述预定角度为45度。

10.根据权利要求4所述的绿光输出光纤激光器，其特征在于，其中所述偏振合束器与所述偏振分光镜结构相同，所述偏振分光镜对所述基频激光进行分束，所述偏振合束器对所述第一线偏振光与所述第二线偏振光进行合束。

一种绿光输出光纤激光器

[0001]

技术领域

[0002] 本申请属于激光技术领域，具体地说，涉及一种绿光输出光纤激光器。

[0003]

背景技术

[0004] 光纤激光器以其体积小、电光转换效率高、光束质量好等优点，在工业激光应用领域发展迅速，目前广泛应用的有1064nm、1550nm、2000nm三种激光波长输出的连续或者脉冲形式的光纤激光器。由于不同材料对波长的作用，在激光投影、水下成像、玻璃等非金属材料应用中绿光激光器成为理想的激光光源。目前532nm激光输出的方案常采用非线性倍频晶体对1064nm输出的基频光进行二次倍频实现绿光输出。

[0005] 在全固态激光器中利用非线性频率变换技术获得可见光波段激光输出的应用特别成熟，特别是全固态激光腔内倍频技术，但固体激光器的体积大、电光转换效率低、稳定性差、维护成本高。由于光纤激光器的独特优点，绿光输出的光纤激光器的研究备受关注。例如：专利“540nm 全光纤结构大功率绿光光纤激光器(公开号为CN201210222630.4)”中采用腔内倍频的方式将具有准直聚焦功能的倍频晶体配合一个540nm全反射光纤光栅在1064nm的谐振腔内搭建倍频腔实现540nm的绿光输出。该系统为获得高功率的绿光输出要求所有的光纤均为保偏光纤，对器件熔接要求高，整机成本偏高。专利“一种绿光光纤激光器(公开号为CN201110302554.3)”采用腔外倍频的方式，使用透镜组将光纤激光器输出的基频光聚焦到布儒斯特片上，布儒斯特片透射光进行二次倍频实现绿光输出，该系统存在倍频效率低的问题，产生高功率倍频光输出比较困难。

[0006]

发明内容

[0007] 有鉴于此，本申请所要解决的技术问题是提供了一种绿光输出光纤激光器，通过设置偏振分光镜分束，倍频晶体二次谐波以及偏振合束器合束，提高基频激光倍频效率，避免低功率的绿光输出。

[0008] 为了解决上述技术问题，本申请公开了一种绿光输出光纤激光器，其包括：基频激光系统与倍频系统；倍频系统包括接收由基频激光系统发射的基频激光的准直聚焦透镜组；偏振分光镜，偏振分光镜将基频激光分离成两束传播方向夹角成90度角且相互垂直的第一线偏振光与第二线偏振光；其中，第一线偏振光经过倍频晶体及第一反射镜进入偏振合束器；第二线偏振光经过第二反射镜及倍频晶体进入偏振合束器；偏振合束器叠加第一线偏振光与第二线偏振光成的绿光激光；以及接收绿光激光的输出镜，输出镜进行整形输出。

[0009] 根据本发明的一实施方式，其中上述基频激光系统为输出激光随机偏振态的常规连续输出光纤激光器、调Q或MOPA结构脉冲输出光纤激光器。

[0010] 根据本发明的一实施方式，其中上述准直聚焦透镜组由准直透镜及聚焦透镜组成，且准直聚焦透镜组将基频激光系统输出的基频激光进行准直聚焦到偏振分光镜。

[0011] 根据本发明的一实施方式，其中上述偏振分光镜为一种在两个直角玻璃棱镜间交替地镀上高折射率和低折射率的膜层，并胶合而成的一块立方棱镜。

[0012] 根据本发明的一实施方式，其中上述倍频晶体为三硼酸锂晶体LBO、偏硼酸钡晶体BBO、磷酸钛氧钾晶体KDP或者磷酸二氢钾晶体KTP的非线性晶体。

[0013] 根据本发明的一实施方式，其中上述倍频晶体置于升温炉。

[0014] 根据本发明的一实施方式，其中上述倍频晶体将第一线偏振光与第二线偏振光进行二次谐波作用。

[0015] 根据本发明的一实施方式，其中上述第一反射镜为镀有532nm的激光全反射膜层的镜片；第二反射镜为镀有1064nm的激光全反射膜层的镜片；且第一反射镜与第二反射镜偏转激光传输方向。

[0016] 根据本发明的一实施方式，其中上述第一反射镜与第二反射镜都与激光传输方向成预定角度，预定角度为45度。

[0017] 根据本发明的一实施方式，其中上述偏振合束器与偏振分光镜结构相同，偏振分光镜对基频激光进行分束，偏振合束器对第一线偏振光与第二线偏振光进行合束。

[0018] 与现有技术相比，本申请可以获得包括以下技术效果：

1)采用偏振分光镜将偏振态随机分布的基频光分离成两束偏振状态互相垂直的偏振光，两束偏振光分别采用倍频晶体进行二次倍频，提高1064nm基频光的利用率，有效提高激光的倍频效率。

[0019] 2)采用偏振合束器将两束532nm的倍频绿光叠加在一起输出，有效提高绿光激光的输出功率。

[0020] 当然，实施本申请的任一产品必不一定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

[0021]

附图说明

[0022] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

图1是本发明一实施方式的绿光输出光纤激光器的光路结构示意图；

图2是本发明一实施方式的偏振分光镜工作原理示意图。

[0023] 附图标记

基频激光系统10，倍频系统20，准直聚焦透镜组21，准直透镜21a，聚焦透镜21b，偏振分光镜22，倍频晶体23，第一反射镜24，第二反射镜25，偏振合束器26，输出镜27，膜层30，基频激光A，绿光激光S，第一线偏振光a1，第二线偏振光a2，预定角度θ，入射光M，透射光m1，反射光m2。

[0024]

具体实施方式

[0025] 以下将配合附图及实施例来详细说明本申请的实施方式，藉此对本申请如何应用

技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

[0026] 请首先参考图1，图1是本发明一实施方式的绿光输出光纤激光器的光路结构示意图。如图所示，一种绿光输出光纤激光器包括基频激光系统10与倍频系统20；倍频系统20包括接收由基频激光系统10发射的基频激光A的准直聚焦透镜组21；偏振分光镜22，偏振分光镜22将基频激光A分离成两束传播方向夹角成90度角且相互垂直的第一线偏振光a1与第二线偏振光a2；其中，第一线偏振a1光经过倍频晶体23及第一反射镜24进入偏振合束器26；第二线偏振光a2经过第二反射镜25及倍频晶体23进入偏振合束器26；偏振合束器26叠加第一线偏振光a1与第二线偏振光a2成的绿光激光S；以及接收绿光激光S的输出镜27，输出镜27进行整形输出。

[0027] 在本发明一实施方式中，基频激光系统10输出基频激光A，传输到准直聚焦透镜组21，准直聚焦透镜组21将基频激光A进行准直聚焦到偏振分光镜22上，偏振分光镜22将基频激光A分离成传播方向夹角成90度且互相垂直的两束线偏振光，即第一线偏振光a1与第二线偏振光a2。之后，两束线偏振光分别经过倍频晶体23，倍频晶体23的非线性作用实现其两的二次变频。最后两束偏振状态相互垂直的绿光经偏振合束器26叠加，经过输出镜27实现高效率绿光激光S的输出。提高基频激光A的利用率，有效提高激光的倍频效率。

[0028] 本方案中，基频激光系统10为输出激光随机偏振态的常规连续输出光纤激光器、调Q或MOPA结构脉冲输出光纤激光器。即基频激光系统10采用传统的连续光纤激光器、调Q或MOPA结构脉冲光纤激光器，由此该基频激光系统10使用光纤直接输出1064nm的基频激光A，而且其输出光的偏振状态为随机偏振态，以便得到理想的激光光源，方便实用。

[0029] 接下来，请继续参考图1。在本发明一实施方式中，准直聚焦透镜组21由准直透镜21a及聚焦透镜21b组成，且准直聚焦透镜组21将基频激光系统10输出的基频激光A进行准直聚焦到偏振分光镜22。由此一来，准直聚焦透镜组21同时具备准直和聚焦功能，结构简单，使用方便。

[0030] 请一并参考图1与图2，图2是本发明一实施方式的偏振分光镜22工作原理示意图。如图所示，偏振分光镜22为一种在两个直角玻璃棱镜间交替地镀上高折射率和低折射率的膜层30，并胶合而成的一块立方棱镜。入射光M垂直于棱镜表面，以45度角入射到多层介质膜层30，经反射和透射后，反射光m2和透射光m1垂直于棱镜表面以分开90度方向出射。出射的反射光m2和透射光m1为两束振动方向互相垂直的线偏振光。

[0031] 此外，合理选择膜层30的折射率及膜层30的层数可以得到透射光m1为振动方向垂直于反射光m2的线偏振光。例如偏硼酸钡、冰晶石、钒酸钇等材料制作的格兰棱镜、布儒斯特偏振棱镜、偏振分光器PBS等使用的膜层30，本发明不以此为限。

[0032] 在本发明一实施方式中，倍频晶体23为三硼酸锂晶体LBO、偏硼酸钡晶体BBO、磷酸钛氧钾晶体KDP或者磷酸二氢钾晶体KTP的非线性晶体。非线性晶体透光性好，激光损伤阈值高。

[0033] 此外，倍频晶体23将第一线偏振光a1与第二线偏振光a2进行二次谐波作用，能将1064nm的基频激光A转换成532nm的绿光激光S。

[0034] 同时在实际使用过程中为提高倍频晶体23的倍频效率，减少晶体内部“灰迹”产生，可将倍频晶体23置于升温炉(未绘示)。

[0035] 请参考图1。第一反射镜24为镀有532nm的激光全反射膜层的镜片；第二反射镜25

为镀有1064nm的激光全反射膜层的镜片；且第一反射镜24与第二反射镜25偏转激光传输方向。在本发明一实施方式中，第一线偏振光a1经过倍频晶体23作用成为532nm的绿光激光S，所以第一反射镜24需要镀532nm的激光全反射膜层，而第二线偏振光a2为1064nm的基频激光A，需要先经过第二反射镜25反射，再由倍频晶体23作用，因此第二反射镜25需要镀1064nm的激光全反射膜层。

[0036] 此外，第一反射镜24与第二反射镜25都与激光传输方向成预定角度θ，预定角度θ为45度，是以反射出与原始激光传输方向成90度的激光，对应偏振分光镜22的分束，实现偏振合束器26的合束。

[0037] 值得一提的是，本发明的偏振合束器26与偏振分光镜22结构相同，偏振分光镜22对基频激光A进行分束，偏振合束器26对第一线偏振光a1与第二线偏振光a2进行合束，更详细而言，即偏振合束器26实现经过倍频晶体23作用的两束线偏振光的合束并叠加，得到高效率的绿光激光S，提高绿光激光S的输出功率。

[0038] 本发明的工作原理：常规的连续光纤激光器、调Q或MOPA结构脉冲光纤激光器系统中采用的有源光纤及器件用的无源光纤均为普通的光纤而不是保偏光纤，其1064nm输出光为偏振态随机分布的激光。本发明采用偏振分光镜22将1064nm的基频激光A分离成两束传播方向成90度夹角且偏振态互相垂直的两束线偏振光，两束线偏振光各自经过倍频晶体23，形成两束振动方向互相垂直的532nm的绿光激光S输出，两束532nm的绿光激光S经偏振合束器26进行叠加，形成一束光最后经输出镜27进行整形输出。

[0039] 上述说明示出并描述了本申请的若干优选实施例，但如前所述，应当理解本申请并非局限于本文所披露的形式，不应看作是对其他实施例的排除，而可用于各种其他组合、修改和环境，并能够在本文所述申请构想范围内，通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本申请的精神和范围，则都应在本申请所附权利要求的保护范围内。。

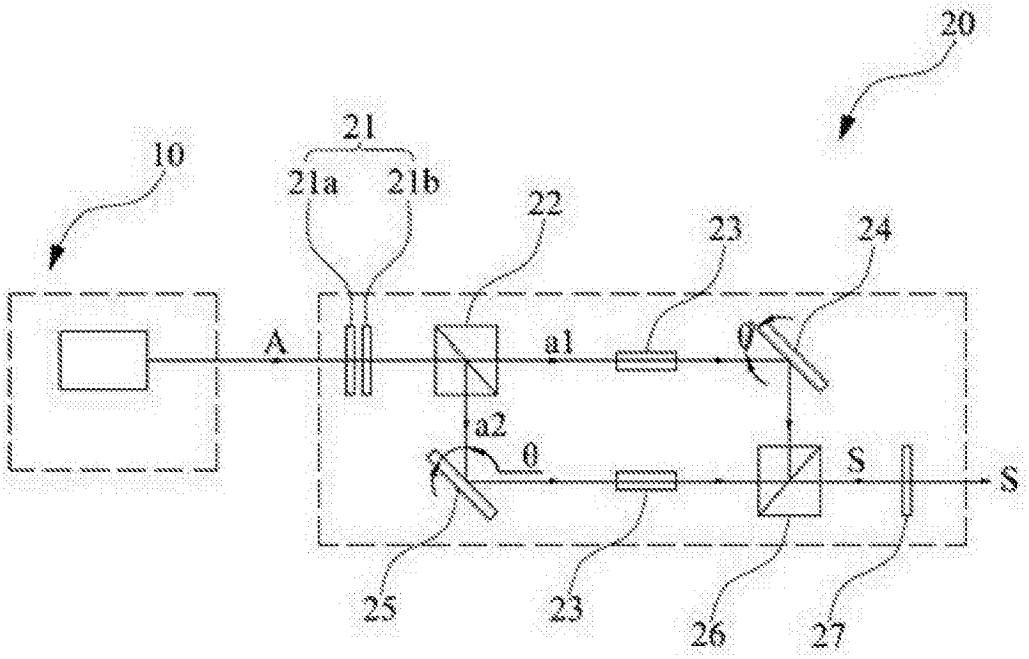

20
21
10
21a
21b
22
23
24
A
a1
0
a2
0
S
S
25
23
26
27

图 1

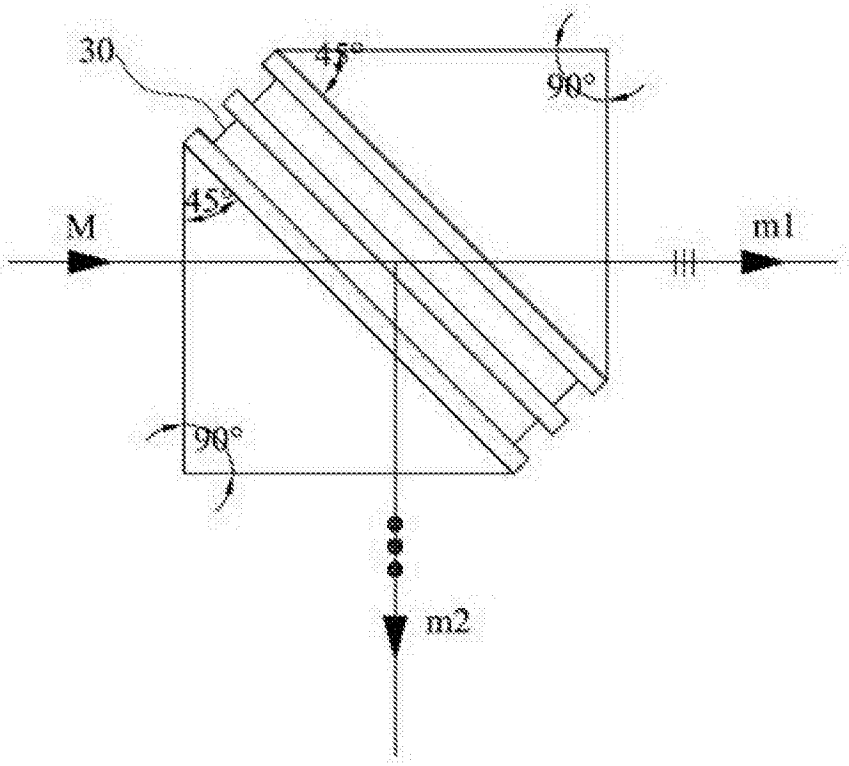

30
45°
90°
45°
M
m1
90°
m2

图 2