



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510016797.5

[43] 公开日 2005 年 11 月 9 日

[11] 公开号 CN 1694317A

[22] 申请日 2005.5.18

[21] 申请号 200510016797.5

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 李春明 高兰兰 檀慧明 钱龙生

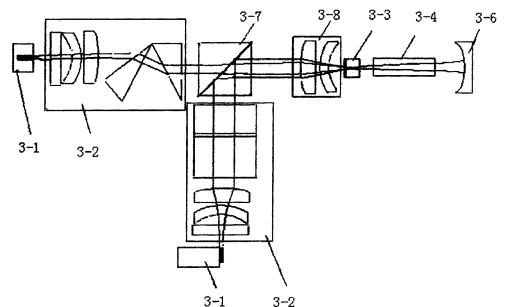
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种腔内倍频全固态激光器及其噪声消除方法

[57] 摘要

本发明涉及一种全固态激光器及其噪声消除方法，用两个半导体激光器偏振耦合泵浦激光工作物质，调节两个偏振方向上的泵浦光能量控制激光工作物质中的非线性双折射效应，配合腔内的倍频晶体的双折射性质，使腔内基频光本征偏振态运转，抑制多纵模间的和频效应，获得多纵模低噪声倍频光输出。全固态激光器包括：半导体激光器 3-1、光束整形系统 3-2、激光工作物质 3-3、倍频晶体 3-4、输出镜 3-6、分光棱镜 3-7、聚焦镜头 3-8；本发明全固态激光器腔内损耗小，光-光转换效率高。激光谐振腔机械装调和固定简单、方便、可靠，低噪声控制易于调节，有利于产业化生产。可以在提高泵浦功率的同时、获得高转换效率低噪声倍频光输出，大大降低生产成本。



1、一种全固态激光器噪声的消除方法，其特征在于：将两个半导体激光器的两个激活层相互垂直放置，使半导体激光器的两个输出光偏振方向相互垂直，半导体激光器的输出光分别经光束整形系统整形后，由分光棱镜偏振耦合经聚焦镜头聚焦于激光工作物质，使激光工作物质的两个偏振方向折射率发生改变即形成非线性双折射效应；调节半导体激光器的工作电流来控制两个偏振方向泵浦光能量的大小，则在激光工作物质中得到与腔内倍频晶体的快轴方向相匹配的非线性双折射，使得腔内基频光偏振态在激光工作物质与倍频晶体对共同作用下获得本征偏振态运转，从而抑制了多纵模间的和频效应，获得多纵模低噪声输出，则完成对全固态激光器噪声的消除。

2、根据权利要求1所述的一种全固态激光器，包括：激光工作物质(3-3)、倍频晶体(3-4)、激光输出镜(3-6)，其特征在于还包括：半导体激光器(3-1)、光束整形系统(3-2)、分光棱镜(3-7)、聚焦镜头(3-8)；两个半导体激光器(3-1)的激活层相互垂直放置，使两个半导体激光器(3-1)输出光的偏振方向相互垂直；两路半导体激光器(3-1)的输出端面位于光束整形系统(3-2)中准直镜头的焦面上，其中一路光束整形系统(3-2)的输出端面与分光棱镜(3-7)的第一入射面平行放置，另一路光束整形系统(3-2)的输出端面与分光棱镜(3-7)的第二入射面平行放置，两个光束整形系统(3-2)输出光经分光棱镜(3-7)偏振耦合，在分光棱镜(3-7)的输出面后放置聚焦镜头(3-8)，激光工作物质(3-3)放在聚焦镜头

(3-8)的输出面后的焦点上。

3、根据权利要求 1 和 2 所述的一种全固态激光器，其特征在于还包括：直角棱镜(3-9)，在分光棱镜(3-7)与光束整形系统(3-2)之间放置直角棱镜(3-9)，直角棱镜(3-9)的一个直角平面与光束整形系统(3-2)的扩束棱镜对输出面平行，直角棱镜(3-9)的另一个直角平面与分光棱镜 (3-7)的第二入射面平行放置。

一种腔内倍频全固态激光器及其噪声消除方法

技术领域：

本发明属于全固态激光技术领域，设计一种降低激光输出噪声和提高激光输出功率稳定性的全固态激光器。

背景技术：

半导体激光器泵浦腔内倍频全固态激光器的腔内倍频方式，可以利用谐振腔内高功率密度的基频光进行倍频，倍频效率高，而且结构紧凑，受环境温度、机械振动等因素的影响小，因此稳定性好。但是常用的驻波型腔内倍频由于激光增益介质的交叉饱和效应和倍频晶体的插入而不可避免出现的不同纵模间的和频效应，使得谐波输出光强出现瞬间尖峰即高频噪声，并使激光器的输出功率不稳定。

但是解决的办法主要有单频低噪声法和多纵模低噪声法。

单频低噪声法使激光器单纵模运转从根本上消除了空间烧孔效应和和频效应，解决了噪声问题，单频法的缺点是通常需要在腔内放置选频装置不仅增加了谐振腔的复杂性同时增加了腔损耗。

多纵模低噪声法主要有：

一种是利用 1m 左右很长的腔长，有 100 多个纵模振荡，从而均化各个纵模的增益，减小它们之间的竞争，使激光器的输出功率达到稳定。但由于谐振腔尺寸大，激光器调节困难且稳定度不高。

另一种是通过控制腔内的基频光的偏振态，消除和频效应达到降低噪声稳定谐波输出的目的，主要有：

①在Ⅱ类倍频晶体 KTP 腔内倍频的 Nd:YAG 激光器中,通过调节倍频晶体 KTP 与 Nd:YAG 快轴的相对方位角得到低噪声输出。图 1 中包括 808nm 半导体激光器 1、光学耦合系统 2、Nd:YAG 3、倍频晶体 KTP4、激光输出镜 6。

②在Ⅱ类倍频晶体 KTP 腔内倍频的 Nd:YAG 激光器中插入 1/4 波片,旋转 1/4 波片的快轴与倍频晶体快轴的相对方位角至 45° 时,得到低噪声及功率稳定的倍频绿光输出。其激光器如图 2 所示包括: 808nm 半导体激光器 1,光学耦合系统 2;Nd:YAG3;倍频晶体 KTP4; 1/4 波片 5; 激光输出镜 6。上述两种技术方案的激光器存在安装调整困难、腔内损耗大使激光器的输出光光转换效率低、不易于产业化生产等问题。

发明内容:为了解决背景技术的问题,本发明的目的是要提供一种容易安装调整、腔内损耗小、输出光光转换效率高、易于产业化生产的腔内倍频全固态激光器及其噪声消除方法。

为了实现上述目的,本发明的全固态激光器噪声消除方法步骤包括:根据半导体激光器偏振发射的特点,采用两个半导体激光器,将两个半导体激光器的两个激活层相互垂直放置,使半导体激光器的两个输出光偏振方向相互垂直,半导体激光器的输出光分别经光束整形系统整形后,由分光棱镜偏振耦合,然后通过聚焦镜头聚焦于激光工作物质对其进行泵浦;由于激光工作物质中泵浦光斑的功率密度很高使激光工作物质的两个偏振方向折射率发生改变即形成非线性双折射效应;调节半导体激光器的工作电流来控制两个偏振方向泵浦光能量的大小,则可以在激光工作物质中得到与腔内倍频晶体的快轴方向相匹配的非线性双折射,使得腔内基频光偏振态在激光工作物质与倍

频晶体对共同作用下获得本征偏振态运转,从而抑制了多纵模间的和频效应,获得多纵模低噪声输出,则完成对全固态激光器噪声的消除。

两个半导体激光器的激活层相互垂直放置,使两个半导体激光器输出光的偏振方向相互垂直;两路半导体激光器的输出端面位于光束整形系统中准直镜头的焦面上,分光棱镜的第一入射面与其中一路光束整形系统的输出端面平行放置,分光棱镜的第二入射面与另一路光束整形系统的输出端面平行放置,两个光束整形系统输出光经分光棱镜偏振耦合,在分光棱镜的输出面后放置聚焦镜头,激光工作物质放在聚焦镜头的输出面后的焦点上;在激光工作物质靠近泵浦光的一面镀制与泵浦光波长相应的减反膜和与基频光波长相应的高反膜作为一个谐振腔镜,在激光输出镜靠近激光物质的表面镀基频光高反膜作为另一个谐振腔镜,在两个腔镜之间放置倍频晶体。

与其它已有技术相比本发明具有以下优点:(1)本发明中的全固态激光器无需在腔内增加控制腔内偏振态的元件,如 $1/4$ 波片,因而没有腔内附加损耗,因而能在较高的激光光-光转换效率水平下获得低噪声倍频光输出。(2)本发明通过改变激光工作物质的双折射来控制腔内基频光的偏振态从而获得激光器的低噪声输出,而改变激光工作物质的双折射可以通过调节激光电源的半导体激光器工作电流来控制激光工作物质中两个偏振方向泵浦光能量的大小来实现,而因不用反复调节激光谐振腔各元件的封装机械结构,因而与已有技术中通过机械转动倍频晶体快轴方向的来获得低噪声输出相比能使激光谐振腔的各元件的机械装调和固定简单方便稳定,低噪声控制易于调节,还能保证倍频晶体在高倍频效率下工作。有利于半导体激光泵浦全固态激光器的产业化生产。(3)两个半导体激光器的功率之和比同等功

率水平的单个半导体激光器的价格要低 3~5 倍,因此双半导体激光器偏振耦合泵浦低噪声激光器可以在大大提高泵浦功率、获得高转换效率的噪声输出的的同时大大降低生产成本。

附图说明:

图 1 是背景技术结构示意图

图 2 是背景技术结构示意图

图 3 是本发明实施例 1 装置的结构图

图 4 是本发明实施例 2 装置的结构图

具体实施方式:

本发明的目的、特征及优点通过附图和实施例对本发明进一步说明,但本发明不限于这些实施例。

实施例 1: 本发明实施例装置如图 3 所示。半导体激光器 3-1、光束整形系统 3-2、激光工作物质 3-3、倍频晶体 3-4、激光输出镜 3-6、分光棱镜 3-7、聚焦镜头 3-8; 选择两个半导体激光器 3-1 输出波长为 808nm。根据半导体激光器 3-1 偏振发射的特点,将两个 2W 的半导体激光器的激活层相互垂直放置。光束整形系统 3-2 由准直镜和扩束棱镜对组成,它对半导体激光器 3-1 的两个泵浦光进行准直圆化后,将两束偏振的泵浦光用分光棱镜 3-7 偏振耦合成共轴光,再用聚焦镜头 3-8 聚焦于激光工作物质 3-3。两个中心波长 808nm 半导体激光器可以选择其它功率水平如 5W, 4W, 1.6W。不同功率水平也可以组合使用,如 5W 和 2W 半导体激光器;根据工作物质吸收谱的不同意可选择不同工作波长的半导体激光器,如 Yb:YAG,选择中心新波长 940nm 半导体激光器。

激光工作物质 3-3 采用 Nd:YAG, Nd:YAG 靠近泵浦光的一面镀

制 808nm 减反膜和 946nm 高反膜作为腔镜，另一面镀制 946nm 减反膜，厚度为 1.5mm 掺杂浓度为 1%。除上述之外，激光工作物质 3-3 也可以根据需要进行选择其它激光工作物质。

倍频晶体 3-4 采用 I 类相位匹配 LBO 倍频晶体，在倍频晶体 3-4 两个面镀制 946nm 减反膜。倍频晶体 3-4 可以选择如 KN 倍频晶体或 BiBO 倍频晶体等。

输出镜 3-6 采用 R100 平凹镜，两面均镀 473nm 低反膜，靠腔内的凹面镀制 946nm 高反膜。半导体激光器 3-1 的工作电流由激光电源来提供，通过调节两个半导体激光器 3-1 的工作电流调节两个偏振方向上的泵浦光能量，当两路的工作电流分别为 2.1A 左右和 1.9A 左右，也可以分别为 2.0A 左右和 1.8A 左右，两路的工作电流还可根据需要进行选择其它的配比，激光工作物质中的非线性双折射与腔内的倍频晶体的双折射配合，使腔内基频光偏振态得到控制使其本征偏振态运转，从而抑制了多纵模间的合频效应，获得多纵模低噪声<0.7%rms、稳定性<3%rms（连续测量 12 小时以上）、9%左右的光—光转换效率的倍频光蓝光输出。

分光棱镜 3-7 采用偏振分光棱镜，在分光棱镜 3-7 的四面镀制 808nm 增透膜。

实施例 2：除上述以外，如图 4 所示，在分光棱镜 3-7 与光束整形系统 3-2 之间放置直角棱镜 3-9，直角棱镜 3-9 的一个直角平面与光束整形系统 3-2 的扩束棱镜对输出面平行，直角棱镜 3-9 的另一个直角平面与分光棱镜 3-7 的第二入射面平行放置，其它与实施例 1 相同。

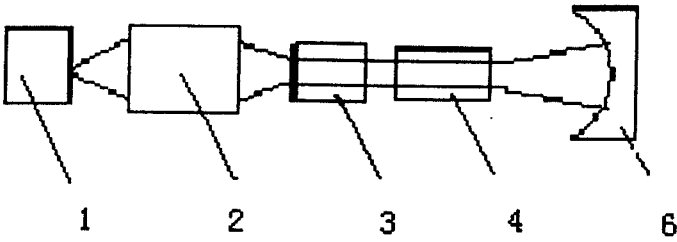


图 1

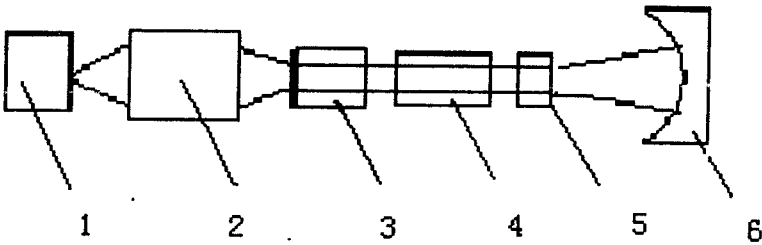


图 2

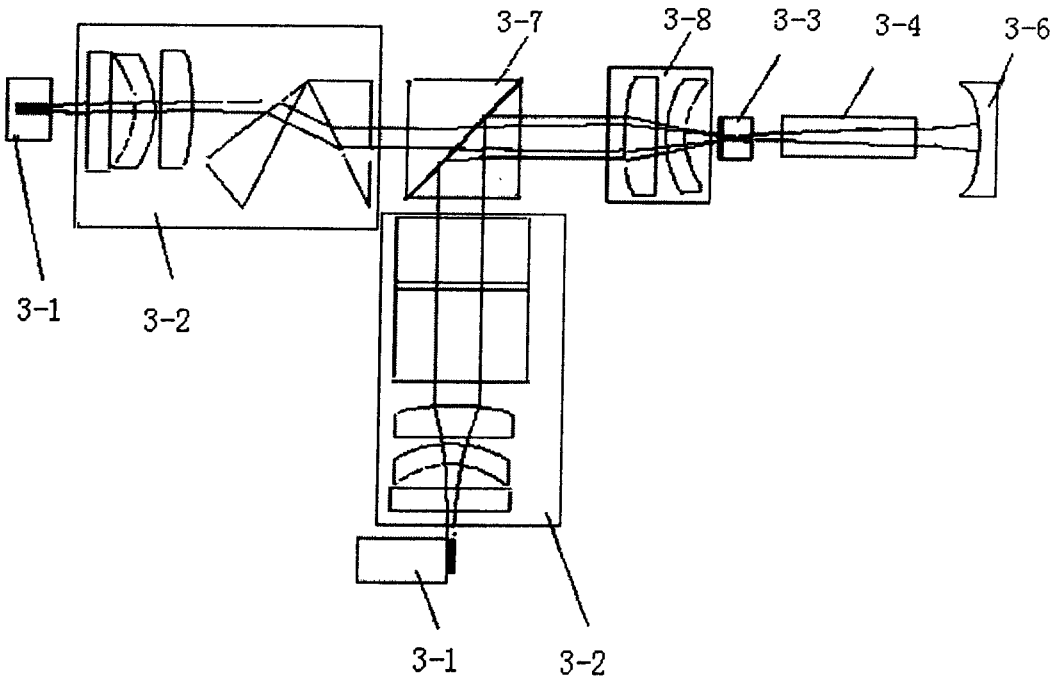


图 3

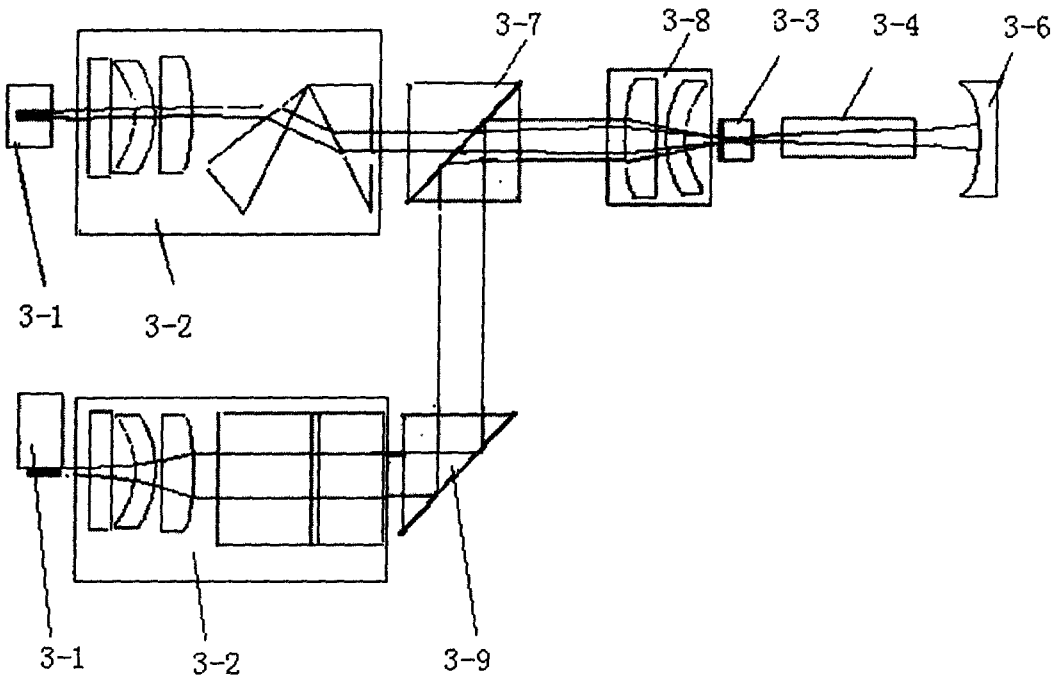


图 4