

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011041.7

[51] Int. Cl.

H01S 3/0941 (2006.01)

H01S 3/05 (2006.01)

H01S 3/16 (2006.01)

[43] 公开日 2006年2月8日

[11] 公开号 CN 1731633A

[22] 申请日 2004.8.13

[21] 申请号 200410011041.7

[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 吕彦飞 檀慧明

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 刘树清

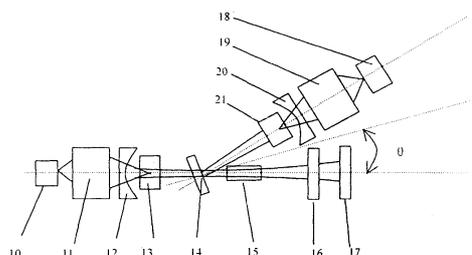
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

[54] 发明名称

一种半导体激光泵浦全固态复合腔和频激光器

[57] 摘要

一种半导体激光泵浦全固态复合腔和频激光器，属于激光技术领域涉及的和频激光器。要解决的技术问题是提供一种半导体激光泵浦全固态和频激光器。技术方案是：在泵浦的激光束传播方向从左至右依次放置光学耦合系统、反射腔镜、激光增益介质、合束镜、和频晶体，两个输出耦合腔镜；合束镜的法线与系统光轴成 θ 角安装，反射腔镜与后一个输出耦合腔镜组成一个子谐振腔；在合束镜法线的左侧装有另一支臂光路，光轴指向合束镜中心，在泵浦的激光束传播方向从右至左依次放置光学耦合系统、反射腔镜、激光增益介质、合束镜；反射腔镜、合束镜和上一个光路中的前输出耦合腔镜组成另一个子谐振腔。有关各件按要求镀有对基频光、和频激光的高反或高增透膜系。



1. 一种半导体激光泵浦全固态复合腔和频激光器, 包括泵浦光源、反射腔镜、激光增益介质、和频晶体、合束元件、输出耦合腔镜; 其特征在于还包括光学耦合系统(11)和(19), 在激光泵浦光源(10)的激光束传播方向上, 从左至右依次放置光学耦合系统(11)、反射腔镜(12)、激光增益介质(13)、合束镜(14)、非线性和频晶体(15)、输出耦合腔镜(16)和(17), 各件之间的间距可作微调, 合束镜(14)的法线与该系统的光轴成 θ 角安装; 在合束镜(14)的法线左侧装有另一支臂光路, 该支臂光路的光轴与合束镜(14)的法线之间的夹角为 θ 角, 并指向合束镜(14)的中心, 在激光泵浦光源(18)的激光束传播方向上, 从右至左依次放置光学耦合系统(19)、反射腔镜(20)、激光增益介质(21)、合束镜(14), 各件之间的间距可作微调; 反射腔镜(12)和输出耦合腔镜(17)组成一个子谐振腔, 反射腔镜(20)、合束镜(14)及输出耦合腔镜(16)组成另一个子谐振腔, 在两个子谐振腔交叠区放置非线性和频晶体(15); 激光增益介质(13)和(21)可采用相同种类的激光晶体, 也可采用不同种类的激光晶体, 对它们分别选择不同的激光跃迁谱线, 相对应的基频光波长设其为 λ_1 和 λ_2 , 激光增益介质(13)的两个通光面, 对波长 λ_1 镀有增透膜系, 激光增益介质(21)的两个通光面, 对波长 λ_2 镀有增透膜系; 反射腔镜(12)和(20)的凹面镀有对基频光 λ_1 和 λ_2 的高反膜系, 双面镀有对泵浦光的增透膜系, 输出耦合腔镜(16)的左面镀有对基频光 λ_1 的高反膜系, 双面镀有对基频光 λ_2 的增透膜系, 对和频激光 λ_3 镀有增透膜系; 输

出耦合腔镜（17）的左面镀有对基频光 λ_2 的高反膜系，双面镀有对和频激光 λ_3 的增透膜系；合束镜（14）的双面镀有对基频光 λ_1 的增透膜系，右面镀有对基频光 λ_2 的高反膜系； λ_1 、 λ_2 、 λ_3 应满足 $1/\lambda_3=1/\lambda_2+1/\lambda_1$ ，非线性和频晶体（15）按基频光波长 λ_2 和 λ_1 的和频相位匹配的方向切割，使波长 λ_2 和 λ_1 在非线性和频晶体（15）中共线传播时满足相位匹配关系： $n_3/\lambda_3=n_2/\lambda_2+n_1/\lambda_1$ ，其中 n_3 、 n_2 、 n_1 分别为 λ_3 、 λ_2 和 λ_1 在非线性和频晶体（15）中传播的折射率。

一种半导体激光泵浦全固态复合腔和频激光器

技术领域

本发明属于激光技术领域，涉及的一种获得和频激光输出的新型复合腔结构的半导体激光泵浦固体激光器。

技术背景

半导体激光器或半导体激光器阵列作为泵浦源从端面聚焦，近贴耦合或光纤耦合到激光增益介质内，可以与腔内激发的基频光模式实现很好的匹配。通过腔内倍频、和频、差频等非线性光学混频效应，可获得其他波长激光器。

目前半导体激光泵浦腔内混频激光器主要应用是腔内倍频激光器，如果参与频率变换的两个基频光具有不同的波长，选择确定角度切割的非线性晶体置于腔内，即可获得和频或差频波长输出。而腔内和频激光器能够产生比激光振荡谱线短的波长，因而具有较高的实用价值。

本发明最为接近的已有技术是美国专利 NO. 5, 345, 457 提出的具有两个分臂和一个公用臂的分支型和频激光器结构。如图 1 所示，包括反射腔镜 1 和 9、灯泵浦光源 2 和 8、激光增益介质 6 和 7、合束器 3、和频晶体 4 和输出耦合腔镜 5。两个单独的臂与公共臂分别组成子谐振腔，即 1 和 5、9 和 5 两个子谐振腔，产生两个不同的波长，在公共臂内放置非线性和频晶体 4，通过和频获得新的波长输出。

该和频激光器存在的主要问题是：灯泵浦的能量转化效率低，胶合棱

镜作为合束器不仅引起大的损耗,而且基频光 45° 入射会改变其光束质量,使得和频效率降低;利用一个输出耦合腔镜 5,在谐振腔的调节过程中要求两基频光束质量及交叠同时达到最佳,使得装调困难,并且一个输出耦合腔镜的扰动会引起两个基频光束质量的变化,这也极大地影响了激光的稳定性,不利于产业化。

发明内容

为了克服已有技术存在的缺陷,本发明的目的在于降低谐振腔的调节难度,提高激光器的稳定性,有利于在线批量投产,特设计一种采用两个输出耦合腔镜,可以分别调节两个谐振腔,使两基频光独立起振的复合谐振腔结构,在两分臂内基频光束交叠区放置非线性晶体,通过和频获得新的波长输出。

本发明要解决的技术问题是:提供一种半导体激光泵浦全固态复合腔和频激光器,解决技术问题的技术方案如图 2 所示:包括激光泵浦光源 10 和 18、光学耦合系统 11 和 19、反射腔镜 12 和 20、激光增益介质 13 和 21、合束镜 14、非线性和频晶体 15、输出耦合腔镜 16 和 17。

在激光泵浦光源 10 的激光束传播方向上,从左至右依次放置光学耦合系统 11、反射腔镜 12、激光增益介质 13、合束镜 14、非线性和频晶体 15、输出耦合腔镜 16 和 17,各件之间的间距可作微调,合束镜 14 的法线与该系统的光轴成 θ 角安装;在合束镜 14 的法线左侧装有支臂光路,该支臂光路的光轴与合束镜 14 的法线之间的夹角为 θ 角,并指向合束镜 14 的中心,在激光泵浦光源 18 的激光束传播方向上,从右至左依次放置光学耦合系统 19、反射腔镜 20、激光增益介质 21、合束镜 14,各件之间的间距可作微调;

反射腔镜 12 和输出耦合腔镜 17 组成一个子谐振腔, 反射腔镜 20、合束镜 14 及输出耦合腔镜 16 组成另一个子谐振腔, 在两谐振腔交叠区放置非线性和频晶体 15; 激光增益介质 13 和 21 可采用相同种类的激光晶体, 也可采用不同种类的激光晶体, 对它们分别选择不同的激光跃迁谱线, 相对应的基频光波长设其为 λ_1 和 λ_2 , 激光增益介质 13 的两个通光面, 对波长 λ_1 镀有增透膜系, 激光增益介质 21 的两个通光面, 对波长 λ_2 镀有增透膜系; 反射腔镜 12 和 20 的凹面镀有对基频光 λ_1 和 λ_2 的高反膜系, 双面镀有对泵浦光的增透膜系, 输出耦合腔镜 16 的左面镀有对基频光 λ_1 的高反膜系, 双面镀有对基频光 λ_2 的增透膜系, 对和频激光 λ_3 镀有增透膜系, 输出耦合腔镜 17 的左面镀有对基频光 λ_2 的高反膜系, 双面镀有对和频激光 λ_3 的增透膜系; 合束镜 14 的双面镀有对基频光 λ_1 的增透膜系, 右面镀有对基频光 λ_2 的高反膜系; λ_1 、 λ_2 、 λ_3 应满足 $1/\lambda_3=1/\lambda_2+1/\lambda_1$, 非线性和频晶体 15 按基频光波长 λ_2 和 λ_1 的和频相位匹配的方向切割, 使波长 λ_2 和 λ_1 在非线性和频晶体 15 中共线传播时满足相位匹配关系: $n_3/\lambda_3=n_2/\lambda_2+n_1/\lambda_1$, 其中 n_3 、 n_2 、和 n_1 分别为 λ_3 、 λ_2 和 λ_1 在非线性和频晶体中传播的折射率。

工作原理说明: 激光泵浦光源 10 和 18 发出的激光束, 通过光耦合系统 11 和 19 分别耦合到激光增益介质 13 和 21 内, 当泵浦光功率分别超过谐振腔对波长 λ_1 和 λ_2 在子谐振腔内振荡的阈值功率时, 激光增益介质 13 和 21 分别产生了波长 λ_1 和 λ_2 等两个不同波长的基频光, 在反射腔镜 12 和输出耦合腔镜 17 以及反射腔镜 20、合束镜 14 及输出耦合腔镜 16 组成的两个子谐振腔内振荡, 并分别在各自的激光增益介质内放大, 通过在两

个子谐振腔交叠区放置的非线性和频晶体 15, 和频获得新的激光波长, 由输出耦合腔镜 17 输出到腔外。

本发明的积极效果: 由于采用两个输出耦合腔镜, 形成两个单独固定的子谐振腔, 可以单独进行各自的谐振腔装调, 给批量投产带来方便; 由于两个输出耦合腔镜的曲率半径可以按照谐振腔的设计要求选取, 即使基模与入射的泵浦光模式优化匹配, 又可以使两个子谐振腔的基频光束交叠更加充分, 从而可获得最大的泵浦效率和输出功率。采用普通光学玻璃制成的片状合束镜, 可以降低插入损耗, 在小角度入射情况下, 不需要镀偏振膜, 并且不改变基频光的光束质量, 和频的效果好, 获得了新的激光波长, 使应用领域增加了激光波长的选择。

附图说明

图 1 是已有技术的结构示意图, 图 2 是本发明的结构示意图, 摘要附图亦采用图 2。

具体实施方式

本发明按图 2 所示的结构实施, 其中泵浦源 10 和 18 采用发射波长为 808nm 的半导体激光器或其阵列, 光学耦合系统 11 和 19 采用光纤芯直径为 400 μm 光纤, 反射腔镜 12 和 20 采用 $\phi 6\text{mm}$ 的 K9 光学玻璃, 曲率半径为 200mm 的平凹透镜, 激光增益介质 13 采用掺钕离子钒酸钇 (Nd: YVO₄), 激光增益介质 21 采用掺钕离子钇铝石榴石 (Nd: YAG), 合束镜 14 采用 $\phi 8\text{mm}$ 、K9 光学玻璃, 平面镜, 输出耦合腔镜 16 和 17 采用 K9 光学玻璃、 $\phi 6\text{mm}$ 的平面镜, 非线性和频晶体 15 采用 LBO 或 KTP。

反射腔镜 12 的凹面制备对波长 1342nm 的反射率大于 99.5%, 双面对

波长 808nm 的透射率大于 92%的多层介质膜，反射腔镜 20 的凹面制备对波长 1064nm 的反射率大于 99.5%，双面对波长 808nm 的透射率大于 92%的多层介质膜，合束镜 14 的双面制备对波长 1342nm 的透过率大于 99.5%，右面制备对波长 1064nm 的反射率大于 99.5%的膜系；非线性和频晶体 15 的两个通光面制备对波长 1342nm、1064nm、593 nm 的透过率大于 99%的膜系，输出耦合腔镜 16 的双面制备对波长 1342nm、593 nm 透过率大于 99.5%，左面对 1064nm 的反射率大于 99.5%的膜系；输出耦合腔镜 17 的双面制备对波长 593 nm 的透过率大于 99.5%，左面制备对波长 1342nm 的反射率大于 99.5%的膜系，激光增益介质 13 两端的通光面制备对波长 1342nm 透过率大于 99%的膜系，激光增益介质 21 两端的通光面制备对波长 1064nm 透过率大于 99%的膜系； θ 角取 $\leq 15^\circ$ 。

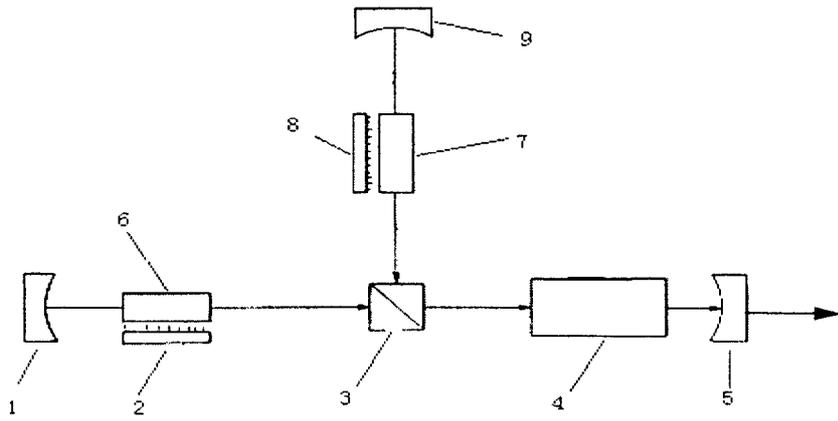


图 1

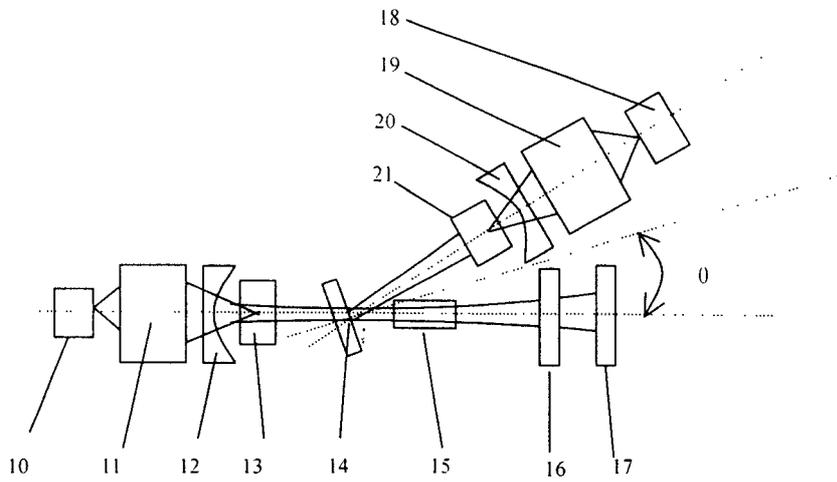


图 2